



저작자표시-비영리-동일조건변경허락 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.
- 이차적 저작물을 작성할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



동일조건변경허락. 귀하가 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공했을 경우에는, 이 저작물과 동일한 이용허락조건하에서만 배포할 수 있습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

생활과학석사학위논문

인삼씨박의 이화학적 특성과 항산화 활성 및 영양바 개발

Physicochemical Properties and Antioxidant
Activities of Defatted Ginseng Seed Meal
and Development of Nutrition Bar

2013년 2월

서울대학교 대학원

식품영양학과

조 성 아

인삼씨박의 이화학적 특성과 항산화 활성 및 영양바 개발

Physicochemical Properties and Antioxidant Activities
of Defatted Ginseng Seed Meal
and Development of Nutrition Bar

지도교수 황 인 경

이 논문을 생활과학석사 학위논문으로 제출함
2012 년 11월

서울대학교 대학원
식품영양학과
조 성 아

조성아의 생활과학석사 학위논문을 인준함
2012년 12월

위 원 장 _____ (인)

부위원장 _____ (인)

위 원 _____ (인)

초 록

본 연구는 새로운 식품소재 발굴에 관한 다양한 시도의 하나로 압착, 용매, 초임계추출 방법으로 인삼씨 오일을 착유한 후 얻은 세 종류의 탈지 인삼씨박을 이용하여 이화학적 특성을 분석하고 기능성 성분 및 항산화 활성을 측정하여 생리활성을 알아보고자 하였으며, 탈지 인삼씨박 단백질의 기능적 특성을 측정하여 식품에의 이용을 위한 기초자료로 제시하고자 하였다. 또한 인삼씨박을 이용한 기능성 영양바를 개발함으로써 인삼씨박의 식품소재로서의 이용가능성을 높이고자 하였다.

인삼씨박의 일반성분 측정결과, 압착추출박의 단백질 함량과 잔여 오일 함량이 가장 높게 나타났으며, 섬유소 함량은 용매추출박과 초임계추출박에서 높게 나타났다. 세 인삼씨박에서 K, Mg, Ca 등의 무기질이 많이 함유되어 있었으며, 총 아미노산 중 필수아미노산은 약 25%의 비율을 차지하였다. pH는 압착추출박이 가장 높은 pH를 가진 것으로 나타났으며, 색도는 압착추출박이 낮은 L값과 높은 a값을 가져 어두운 적갈색을 띠었다.

인삼씨박의 기능적 특성을 알아본 결과, 단백질 용해도와 거품 형성능은 압착추출박이 단백질의 열변성으로 인해 다른 두 인삼씨박에 비해 낮은 용해도를 보였으며, 수분 및 유지흡착력은 지방함량이 높은 압착추출박에서 모두 낮게 나타났다. 유화력은 용매추출박과 초임계추출박이 압착추출박보다 높게 나타났으며, 유화 안정성은 세 인삼씨박 모두 pH 6 이상에서 높은 유화안정성을 보였다.

인삼씨박의 기능성 성분 분석 결과, 탄닌 함량은 압착추출박이 가장 높게 나타난 반면 phytic acid는 용매추출박이 가장 높게 측정되었다. 총 페놀 함량은 187.7 ~ 366.0 FAE mg/100g으로 압착추출박이 가장 높게 나타났으며, 총 플라보노이드 함량은 88.11~118.74 QE mg/100g으로 초임계추출박이 가장 높게 나타났다.

인삼씨박의 항산화 활성을 알아보기 위해 DPPH 자유기 소거능, ABTS 자유기 소거능 및 환원력을 측정한 결과, 압착추출박의 항산화 활성이 유의적으로 높았으며 세 시료 모두 농도 의존적으로 항산화 활성이 증가하였다. 또한 항산화 활성은 총 페놀 함량과 높은 상관관계를 보여주었다.

압착추출 후 얻은 인삼씨박 분말의 첨가량(밀가루 중량의 0, 5, 10, 20%)을 달리하여 영양바를 제조하여 품질 특성을 알아본 결과, 인삼씨박 분말의 첨가량이 높아질수록 인삼씨박 분말 무첨가군 대비 비용적, 굵기손실률과 팽창률 모두 감소하였다. 영양바 반죽의 밀도는 뚜렷한 경향이 나타나지 않았으나, 반죽의 pH는 인삼씨박 첨가 수준이 증가함에 따라 감소하였다. 영양바의 crust와 crumble의 명도(L)와 황색도(b)는 인삼씨박을 첨가할수록 유의적으로 감소하는 반면 적색도(a)는 증가하는 경향을 보였다. 대조군 대비 색차(ΔE)는 첨가량이 높아질수록 모두 증가하였다. 영양바의 DPPH 자유기 소거능을 측정한 결과, 대조군에 비해 첨가량이 증가할수록 항산화 활성이 증가하는 경향을 나타냈다.

영양바의 조직감 특성은 모든 항목에서 유의적인 차이가 나타났으며, 특히 경도(hardness)는 인삼씨박 분말 첨가량이 증가함에 따라 높아지는 경향을 나타냈는데 이는 관능평가 결과와도 비슷한 추이를 나타냈다. 인삼씨박 분말 첨가 영양바의 외관, 향, 맛, 조직감에 대한 특성 강도를 평가한 결과, 모든 항목에서 첨가량이 증가할수록 대조군에 비해 강도가 높게 평가되었고, 10% 첨가 영양바에서 전반적인 기호도가 가장 높은 것으로 나타났다. 이상의 결과로 보았을 때, 영양바에 인삼씨박 분말을 첨가는 관능평가에 긍정적인 영향을 미치며, 인삼씨박의 10% 첨가가 영양바의 기호도를 높여줄 수 있을 것으로 사료된다.

이상의 결과들을 종합하여 볼 때, 세가지 탈지 인삼씨박 중에서 압착추출박의 단백질 함량, 총 페놀 함량, 항산화 활성이 가장 우수하며, 압착추출박을 첨가한 영양바의 기호도가 높게 나타난 것으로 보아 압착추출박이 식품 소재로써의 이용가치가 있음을 확인하였다. 이러한 연구결과는 착유 후 폐박으로 버려지는 인삼씨박의 식품학적 이용가치를 향상시키고, 기능성 소재로써의 활용가능성을 증진시킬 수 있는 기초자료가 될 것으로 기대된다.

주요어 : 인삼씨박, 이화학적 특성, 항산화 활성, 영양바 개발

학 번 : 2011-21646

목 차

| | |
|---|------|
| 국문초록 | i |
| 목차 | iii |
| 표목차 | vi |
| 그림목차 | viii |
| | |
| I. 서 론 | 1 |
| | |
| II. 실험재료 및 방법 | 4 |
| | |
| 1. 실험재료 | 4 |
| 1.1. 오일 추출방법에 따른 인삼씨박 | 4 |
| 2. 실험방법 | 7 |
| 2.1. 인삼씨 박의 특성 분석 | 7 |
| 2.1.1. 일반성분 분석 | 7 |
| 2.1.1.1. 수분 정량 | 7 |
| 2.1.1.2. 조단백 정량 | 7 |
| 2.1.1.3. 조지방 정량 | 8 |
| 2.1.1.4. 조회분 정량 | 9 |
| 2.1.1.5. 조섬유 정량 | 10 |
| 2.1.1.6. 탄수화물 정량 | 10 |
| 2.1.2. 무기질 성분 분석 | 11 |
| 2.1.3. 구성아미노산 | 11 |
| 2.1.3.1. 구성아미노산 분석 | 11 |
| 2.1.3.2. 아미노산가 | 14 |
| 2.1.4. 색도 측정 | 14 |
| 2.1.5. pH 측정 | 14 |
| 2.1.6. 기능적 특성 분석 | 15 |
| 2.1.6.1. 단백질 용해도 측정 | 15 |
| 2.1.6.2. 수분 및 유지 흡착력 측정 | 16 |
| 2.1.6.3. 거품 형성능 측정 | 16 |
| 2.1.6.4. 유화력 및 유화 안정성 측정 | 17 |
| 2.1.7. 메탄올 추출 및 수율 | 18 |
| 2.1.8. 기능성 성분 분석 | 18 |
| 2.1.8.1. 피트산(phytic acid) 함량 측정 | 18 |
| 2.1.8.2. 압축탄닌(condensed tannin) 함량 측정 | 19 |

| | |
|---|--------|
| 2.1.8.3. 총 폴리페놀 함량 | 20 |
| 2.1.8.4. 총 플라보노이드 함량 | 20 |
| 2.1.9. 항산화 활성 측정 | 21 |
| 2.1.9.1. DPPH 자유기 소거 활성능 | 21 |
| 2.1.9.2. ABTS 자유기 소거 활성능 | 22 |
| 2.1.9.3. 환원력 (Reducing power) | 22 |
| 2.2. 인삼씨박 분말을 첨가한 영양바 개발..... | 24 |
| 2.2.1. 실험재료 | 24 |
| 2.2.2. 인삼씨박 분말 첨가 영양바 제조 | 24 |
| 2.2.3. 인삼씨박 분말 첨가 영양바의 품질 특성 | 27 |
| 2.2.3.1. 영양바 반죽의 pH 및 밀도 | 27 |
| 2.2.3.2. 영양바의 비용적, 굽기손실률 및 팽창률 | 27 |
| 2.2.3.3. 영양바 색도 측정 | 28 |
| 2.2.3.4. 영양바 텍스처 측정 | 29 |
| 2.2.3.5. 영양바의 항산화 활성 측정 | 31 |
| 2.2.3.6. 영양바 관능평가 | 31 |
| 3. 통계처리 | 32 |
| III. 결과 및 고찰 | 33 |
| 1. 인삼씨박의 특성 | 33 |
| 1.1. 일반성분 | 33 |
| 1.2. 무기질 성분 | 36 |
| 1.3. 구성아미노산 및 Amino Acid Score | 38 |
| 1.4. 색도 및 pH | 41 |
| 1.5. 기능적 특성 | 44 |
| 1.5.1. 단백질 용해도 | 44 |
| 1.5.2. 수분 및 유지 흡착력 | 47 |
| 1.5.3. 거품 형성능 | 49 |
| 1.5.4. 유화력 및 유화 안정성 | 51 |
| 1.6. 기능적 성분 분석 | 54 |
| 1.6.1. 압축 탄닌 및 피트산 함량 | 54 |
| 1.6.2. 총 폴리페놀 및 총 플라보노이드 함량 | 57 |
| 1.7. 항산화 활성 | 60 |
| 1.7.1. DPPH, ABTS 자유 라디칼 소거 활성 | 60 |
| 1.7.2. 환원력 (Reducing power) | 65 |
| 1.7.3. 인삼씨 박의 기능성 성분과 항산화 활성과의 관계 | 67 |

| | |
|----------------------------------|----|
| 2. 인삼씨박 분말을 첨가한 영양바 개발 | 69 |
| 2.1. 영양바 반죽의 pH 및 밀도 | 69 |
| 2.2. 영양바의 비용적, 굵기손실률 및 팽창률 | 72 |
| 2.3. 색도 측정 | 74 |
| 2.4. 텍스처 측정 | 78 |
| 2.5. 영양바의 항산화 활성 측정 | 80 |
| 2.6. 관능평가 | 82 |
| IV. 요약 및 결론 | 87 |
| 참고문헌 | 90 |
| Abstract | 97 |

표 목차

| | |
|--|----|
| Table 1. Yield of ginseng seed oils and defatted ginseng seed meals at various oil extracting method | 6 |
| Table 2. Operating condition of ICP–AES for mineral analysis for defatted ginseng seed meals | 12 |
| Table 3. Operating condition of amino acids analysis for defatted ginseng seed meals..... | 13 |
| Table 4. Formulation of nutrition bar added with ginseng seed powder | 25 |
| Table 5. Operating conditions of penetration and texture profile analysis defatted ginseng seed meals | 30 |
| Table 6. Proximate composition of defatted ginseng seed meals · | 35 |
| Table 7. Mineral composition of defatted ginseng seed meals | 37 |
| Table 8. Amino acid content of defatted ginseng seed meals and essential amino acid patterns | 40 |
| Table 9. Hunter color values and pH of defatted ginseng seed meals | 43 |
| Table 10. Water and oil absorption capacity of defatted ginseng seed meals..... | 48 |
| Table 11. Condensed tannin and phytic acid contents of defatted ginseng seed meals..... | 56 |

| | |
|--|----|
| Table 12. Total polyphenol and total flavonoid content of defatted ginseng seed meals | 59 |
| Table 13. EC ₅₀ value and vitamin C equivalent antioxidant capacity of methanol extract from defatted ginseng seed meals | 64 |
| Table 14. Correlation coefficient between the content of functional substances and antioxidant effects by DPPH, ABTS, Reducing power assay | 68 |
| Table 15. pH and specific gravity of nutrition bar substituted with different levels of defatted ginseng seed meal | 71 |
| Table 16. Specific volume, baking loss rate and leavening rate of nutrition bar substituted with different levels of defatted ginseng seed meal..... | 73 |
| Table 17. Hunter color values of nutrition bar substituted with different levels of defatted ginseng seed meal | 77 |
| Table 18. Penetration test and texture profile analysis of nutrition bar substituted with different levels of defatted ginseng seed meal..... | 79 |
| Table 19. Acceptability evaluation scores of nutrition bar substituted with different levels of defatted ginseng seed meal..... | 85 |

그림 목차

| | |
|---|----|
| Figure 1. Flow diagram of processing steps used in the preparation of nutrition bar added with ginseng seed meal..... | 26 |
| Figure 2. Appearance of defatted ginseng seed meals | 42 |
| Figure 3. Protein solubility of defatted ginseng seed meals at various pH | 46 |
| Figure 4. Foam capacity of defatted ginseng seed meals at various pH..... | 50 |
| Figure 5. Emulsifying activity index of defatted ginseng seed meals at various pH..... | 52 |
| Figure 6. Emulsifying stability of defatted ginseng seed meals at various pH | 53 |
| Figure 7. DPPH radical scavenging activities of methanol extract from defatted ginseng seed meals | 62 |
| Figure 8. ABTS radical scavenging activities of methanol extract from defatted ginseng seed meals | 63 |
| Figure 9. Reducing power of methanol extract from defatted ginseng seed meals..... | 66 |
| Figure 10. Appearance of nutrition bar substitute with different levels of defatted ginseng seed meal..... | 76 |
| Figure 11. DPPH radical scavenging activity (%) of nutrition bar substituted with different levels of defatted ginseng seed meal..... | 81 |
| Figure 12. QDA profiles for the sensory evaluation scores of nutrition bar substituted with different levels of defatted ginseng seed meal..... | 84 |
| Figure 13. Acceptability evaluation scores of nutrition bar substituted with different levels of defatted ginseng seed meal..... | 86 |

I. 서론

인삼은 오갈피나목(*Araliaceae*)에 속하는 다년생 초본으로, 고려인삼(*Panax ginseng* C.A. Meyer)은 한반도 및 중국 동북지역에서 재배되는 인삼을 말한다. 인삼은 우리나라를 비롯하여 전 세계적으로 가장 널리 연구되는 약초 중 하나로 수 천 년간 식품과 약재로서 널리 이용되어 왔으며, 인삼의 주요 생리활성 물질로는 사포닌 성분, polyacetylene 성분, 알칼로이드 성분, 페놀성 성분, 다당체 등으로 알려져 있다(Park 1996). 이러한 기능성 생리활성 물질이 항암활성, 면역기능 조절, 항산화 활성, 항당뇨작용, 간기능 항진 및 독성물질 해독작용, 항스트레스 작용, 항동맥경화 콜레스테롤 대사 개선작용을 한다고 밝혀졌다. 최근에는 인삼근 외에도 열매, 잎, 씨 등 인삼의 부위별 생리활성 성분 및 생물학적 이용가치 연구와 폐자원인 인삼박의 활용가능성을 알아보는 연구가 계속적으로 진행되고 있다(Park 등 2006).

인삼씨는 약 15~26%의 오일을 함유하고 있으며(Beveridge 등 2002; Matsumoto 등 1986), 주요 지방산 성분으로 단일불포화지방산인 oleic acid(C18:1)의 함량이 높아 올리브 오일과 비슷한 지방산 조성을 갖는 것으로 나타났다(Zhu 등 2010). 또한 인삼씨 오일에 혈중 콜레스테롤을 감소시키는 효능이 있는 squalene, oxidosqualene, campesterol, stigmasterol, sitosterol 등과 같은 다양한 phytosterol이 존재하는 것으로 밝혀져 기능성원료로 인삼씨 오일의 이용가능성이 대두되고 있다(Beveridge 등 2002). 이 외에 현재까지 이루어진 인삼씨에 관한

연구로는 인삼씨와 인삼근의 진세노사이드 구성에 관한 연구(Hu 등 2008), 인삼씨와 과육의 사포닌 구성에 관한 연구(Sugimoto 등 2009), 산지별 인삼씨 오일의 구성과 산화안정성 비교 연구(Zhu 등 2010), 고압살균처리에 따른 인삼씨의 항산화 효과(Bae 등 2012) 등 주로 인삼씨의 진세노사이드 구성과 인삼씨 오일의 구성에 관한 연구가 보고되고 있다. 이처럼 인삼씨 오일의 식품학적 가치는 지속적으로 연구되고 있지만 오일추출 부산물인 인삼씨박의 식품소재로의 활용가능성에 대한 연구는 미흡한 실정이다.

오일 추출 후 부산물로 생산되는 탈지박은 예로부터 주로 가축의 사료, 퇴비나 화력발전소의 연료로 이용되어 왔다. 오일 추출 과정에서 대부분의 토크페롤과 인지질이 제거된 후에도 탈지박 내에는 상당한 양의 단백질과 페놀 화합물이 존재하여 새로운 식품소재로 탈지박의 이용가치를 평가하는 연구가 계속되고 있다 (Matthaus 2002). 현재 식품산업에서 단백질 자원으로 널리 이용되는 탈지박으로는 대두, 평지, 면실, 유채, 해바라기 종자 등이 있으며(Park 등 1990), 이들 탈지박 단백질의 기능성은 탈지 방법 또는 가공처리 방법에 따라 영향을 받기 때문에 탈지박 자체를 이용하거나 protein isolate 또는 protein concentrates 로 만드는 최적의 가공방법을 찾기 위한 연구가 활발히 진행되고 있다(Sun 등 2008). 탈지박으로부터 얻은 식물성 단백질은 동물성단백질에 비해 함황 아미노산이 결핍되어있거나, glucosinolates와 같은 항 영양인자가 탈지박에 존재하여 식품에의 이용에 제한을 주기 때문에 탈지박의 영양적 가치는 높이면서 독성성분을 줄이는 연구도 보고된 바 있다(Xiao와

Zhang 2011). 인삼씨 오일의 유효성분과 생리활성이 계속 연구되고 인삼씨 오일의 개발 가능성이 높아짐에 따라 오일추출 부산물인 탈지 인삼씨박의 식품학적 가치를 검토하고 이를 근거로 하여 인삼씨박의 활용방안을 모색하기 위한 기초자료가 필요한 것으로 사료된다.

최근 생활 수준이 향상되고 건강에 대한 관심이 증대됨에 따라 식품소비문화에도 변화가 일어나 건강지향적인 식생활을 추구하는 추세이다. 이에 부응하여 생리활성이 있는 기능성 소재를 첨가한 제품을 개발하는 연구가 많이 이루어 지고 있다(Kang 등 2009). 현재 기능성 소재를 첨가한 제품에 대한 연구로는 인삼분말을 첨가한 쿠키(Kang 등 2009), 흑마늘 분말을 첨가한 스펀지 케이크(Lee 등 2009), 매생이 분말을 첨가한 쿠키(Lee 등 2010), 아마씨를 첨가한 오메가3 강화 에너지바(Mridula 등 2011) 등이 있다. 생리활성이 있는 탈지박을 첨가하여 식품을 개발한 연구 또한 보고되고 있으며, Kim 등(2009c)은 참깨 탈지박을 첨가하여 제조한 청국장의 생리활성 및 리그난 성분을 연구하였고, Kim 등(2003)은 탈지 홍화씨박 추출물을 첨가한 기능성 음료를 개발하였다.

이에 본 연구는 새로운 식품소재 발굴에 관한 다양한 시도의 하나로 압착, 용매, 초임계추출 방법으로 인삼씨유를 착유한 후 얻은 세 종류의 탈지 인삼씨박을 이용하여 이화학적 특성을 분석하고 기능성 성분 및 항산화 활성을 알아보고자 한다. 또한 최근 소비자의 건강과 편의성 지향추세에 맞추어 인삼씨박을 이용한 기능성 영양바를 개발하여 식품소재로서의 이용 가능성을 확인해보고자 한다.

II. 실험 재료 및 방법

1. 실험 재료

본 연구에 사용한 인삼씨는 충청남도 금산에서 구입하여 파쇄한 후 실험에 사용하였다. 인삼씨로부터 인삼씨유를 얻기 위하여 인삼씨를 200℃에서 10분간 볶은 후 즉시 상온에서 냉각시키고 공시재료로 사용하였다.

압착추출 시료는 인삼씨를 껍질(seed coat)와 씨알맹이(kernel)로 분리한 뒤 씨알맹이만 시료로 사용하였고, 용매추출과 초임계추출 시료는 인삼씨 껍질과 씨알맹이를 볶은 다음 Cutting Mill(Universal Cutting Mill PULVERISETTE 19, FRITSCH GmbH, Germany)을 이용하여 1mm screen을 통과하도록 갈아준 후 사용하였다.

1.1. 오일 추출방법에 따른 인삼씨박

압착추출박(Screw Pressed Meal : SPM)을 얻기 위하여 분리한 인삼씨 알맹이를 착유기(깨박사, 현대녹색산업, 한국)를 사용하여 씨알맹이를 가열압출방법으로 착유하였다. 착유 후 남은 압착추출박을 믹서기로(HR-2860, Philips, Korea)분쇄하여 -80℃에서 보관하면서 시료로 사용하였다.

용매추출박(Solvent Extracted Meal : SEM)은 볶은 후 분쇄한 인삼씨

100g에 N-hexane 500mL (1:10, w/v)을 넣은 후 상온 ($25 \pm 1^{\circ}\text{C}$)에서 3시간씩 3반복 추출 후 Whatman No.1 filter paper를 이용하여 감압여과를 하여 인삼씨로부터 추출 용매를 제거하고 용매추출박을 채취하였다. 용매추출박은 Fume hood 안에서 상온에서 48시간 동안 잔여 추출 용매를 날려주었다. 건조된 용매추출박은 -20°C 에서 보관하면서 시료로 사용하였다.

초임계추출박(Supercritical CO_2 Fluid extraction Meal : SFM)은 초임계 추출은 Greentek21(경기도 안양)에서 실시하였다. 초임계 추출은 500bar, 65°C 하에서 6시간 동안 이루어졌고, 주 용매인 이산화탄소의 유량은 361.14g/min(360min, CO_2 130kg)의 유량으로 주입하였다. 오일 추출 후 얻은 초임계추출박은 -20°C 에서 보관하면서 시료로 사용하였다.

오일 추출방법을 달리하여 얻은 세 가지 인삼씨박의 수율은 Table 1과 같다.

압착추출박과 조건을 같게 하기 위하여 용매추출박과 초임계추출박을 45 mesh ($355\mu\text{m}$) 체로 걸러 분쇄된 껍질과 씨알맹이를 최대한 분리하였다. 일반성분은 인삼씨박 분말을 체로 거르기 전과 후 모두 분석하였으며, 일반성분 외 모든 실험은 껍질을 체로 거른 인삼씨박 분말만을 시료로 사용하였다.

Table 1. Yield of ginseng seed oils and defatted ginseng seed meals by various oil extracting method

(% , wet basis)

| Extraction method | Crude oil | Defatted Meal |
|-------------------------------------|-----------|---------------------|
| Screw Pressed | 9.90 | 23.21 ²⁾ |
| Solvent ¹⁾ | 19.15 | 75.33 ³⁾ |
| Supercritical CO ₂ Fluid | 20.20 | 79.18 ³⁾ |

¹⁾ n-hexane

²⁾ Using only ginseng seed kernel

³⁾ Using ginseng seed coat and kernel

2. 실험 방법

2.1. 인삼씨 박의 특성 분석

2.1.1 일반성분 분석

2.1.1.1. 수분 정량

수분 함량은 105℃ 상압가열건조법(AOAC 1990)을 이용하여 측정하였다. 인삼씨박 5g을 항량된 칭량접시에 넣은 다음 105℃의 dry oven(Daihan Scientific, Korea)에 넣어 24시간 건조시켰다. 건조가 끝나면 항량이 될 때까지 방냉과 칭량과정을 반복하여 항량을 한 후, 아래와 같은 식으로 수분을 정량하였다.

$$\text{수분(\%)} = (W_1 - W_2) / (W_1 - W_0) \times 100$$

W_0 : 칭량접시의 무게(g)

W_1 : 시료와 칭량접시의 무게(g)

W_2 : 건조 후 시료와 칭량접시의 무게(g)

2.1.1.2. 조단백 정량

조단백 정량은 Kjeldahl 질소 정량법(AOAC, 1990)을 이용하여

측정하였다. 먼저 분해 과정을 위해 인삼씨박 1 g을 Kjeldahl 플라스크에 넣은 다음, 분해 촉매제(Kjeltabs Se, FOSS, Korea) 2개와 진한 H₂SO₄ 12mL을 가하여 잘 혼합하고 420℃로 설정된 분해 장치(Tecator Digester, FOSS, Korea)에서 2시간동안 반응시켰다. 분해가 끝나면 1시간 동안 냉각시킨 후 분해가 완료되면 플라스크는 auto kjeldahl system(Kjeltec 1026, FOSS, Korea)에서 증류 및 중화한 후 0.1N HCl 표준용액으로 적정하였다. 시료를 제외한 공시험을 병행하여 아래와 같은 식으로 조단백질 함량 구하였다.

$$\text{조단백질 함량 (\%)} = \{(B-M) \times 0.0014 \times f \times D \times N\} / S \times 100$$

B : Blank test의 0.1N HCl 표준 용액의 적정 소비량(mL)

M : 시료의 0.1N HCl 표준 용액의 적정 소비량 (mL)

0.0014 : 0.1N HCl 표준 용액의 1ml에 해당하는 질소량 (g)

F : 0.1N HCl 표준 용액의 factor (1.000)

D : 희석배수

N : 질소계수 (5.3)

S : 시료의 채취량 (g)

2.1.1.3. 조지방 정량

조지방 정량은 Soxhlet' s 추출법(AOAC, 1990)을 이용하여 측정하였다. 인삼씨박 2 g을 원통여지에 넣은 다음, 항량된 수기에

petroleum ether를 140mL 정도 넣은 후 냉각관, 추출관, 수기를 연결하여 heating block에서 60~70℃ 정도로 12시간 가온하였다. 추출이 끝나면 수기만 분리하여 105℃에서 2시간 건조한 후, 방냉과 칭량과정을 반복하여 항량을 한 후, 아래와 같은 식으로 조지방을 정량하였다.

$$\text{조지방(\%)} = (W_1 - W_0) / S \times 100$$

W_0 : 지방 추출 후 건조한 수기의 중량 (g)

W_1 : 수기의 중량 (g)

S : 시료 채취량 (g)

2.1.1.4. 조회분 정량

조회분 함량은 550℃ 직접회화법(AOAC, 1990)을 이용하였다. 항량된 도가니에 인삼씨박 분말 1 g을 넣고 550℃ 회화로에서 24시간동안 회화하였다. 회화 후 항량이 될 때까지 방냉, 칭량과정을 반복하였고, 아래와 같은 식으로 조회분 함량을 계산하였다.

$$\text{조회분(\%)} = (W_2 - W_0) / (W_1 - W_0) \times 100$$

W_0 : 항량된 도가니의 중량 (g)

W_1 : 회화 전의 도가니와 시료의 중량 (g)

W_2 : 회화 후 도가니와 재의 중량 (g)

2.1.1.5. 조섬유 정량

인삼씨박 분말 5g을 filter bag에 넣고 밀봉한 후, petroleum ether로 헹구어 지방을 추출한 다음 조섬유 추출기(Ankom²⁰⁰⁰, USA)에 장치하여 조섬유 를 추출하였다. 0.255N H₂SO₄ 용액으로 40분간 산분해한 후, 시약 배출 후 뜨거운 물을 붓고 흔들어주었다. 0.13N NaOH 용액으로 위와 같이 반복한 뒤 꺼내어 acetone에 넣어 흔들어 씻은 다음 공기 건조시킨 후에 102±2℃의 dry oven에서 24시간 건조하였다. 항량된 도가니에 시료가 담긴 filter bag 전체를 넣어 회화시킨 후 무게를 재어 아래와 같은 식으로 조섬유 함량을 계산하였다.

$$\text{조섬유}(\%) = \{W_3 - (W_1 \times C_1)\} / W_2 \times 100$$

W₁ = filter bag 중량(g)

W₂ = 시료 중량(g)

W₃ = 유기 물질 중량(백과 섬유 연소 시 무게 손실)

C₁ = 빈 백/오리지널 빈 Bag 연소 시 가동 평균 중량

2.1.1.6. 탄수화물 정량

인삼씨박의 무게를 100%일 때 수분, 조단백, 조지방, 조회분의 함량(%)을 빼서 탄수화물의 함량(%)을 구하였다.

$$\text{탄수화물}(\%) = 100\% - (\text{수분} + \text{조단백} + \text{조지방} + \text{조회분함량})\%$$

2.1.2. 무기질 분석

인삼씨박의 무기질 성분은 AOAC(1990)법을 참고로 하여 다음과 같은 방법으로 분석하였다. 인삼씨박 분말 1 g을 취하여 550℃ 회화로에서 2시간 회화시켜 냉각한 후, HNO₃ 3mL을 가하여 열판에서 과량의 질산을 제거하였다. 이를 다시 550℃ 회화로에서 1시간동안 회화시킨 다음 1N HCl 용액 10mL 가한 후, 여과지(Whatman No.1)를 이용하여 여과하면서 증류수로 20mL이 되도록 정용하여 무기질 분석시료로 사용하였다. 이 여과액을 ICP-AES를 이용하여 분석하였으며, 분석조건은 Table 2와 같다.

2.1.3. 구성아미노산 분석

2.1.3.1. 구성아미노산 분석

인삼씨박 분말 500mg을 취하여 6N HCl 30mL을 가한 다음 질소를 충전하여 110℃에서 24시간동안 가수분해한 후, 그 분해액을 초순수로 50mL가 되도록 정용하였다. 이를 0.45 µm hydrophilic syringe filter로 여과하여 구성아미노산 분석 시료로 사용하였다. 구성아미노산 분석은 HPLC를 이용하였으며, 분석조건은 Table 3과 같다

Table 2. Operating condition of ICP–AES for mineral analysis for defatted ginseng seed meals

| Instrument parameter | Condition |
|-------------------------|--------------------------------------|
| Model | OPTIMA 4300DV, Perkin–Elmer (USA) |
| R.F. Generator | 40 MHz |
| R.F. Power | 1.3 kW |
| Plasma gas flow | 0–20 L/min |
| Auxiliary gas flow | 0–2 L/min |
| Nebulizer gas flow | 0–2 L/min |

Table 3. Operating condition of amino acids analysis for defatted ginseng seed meals

| Instrument parameter | Condition | |
|----------------------|--|-----|
| Model | Agilent 1200LC | |
| UV detector | 338nm | |
| FL detector | Emission: 450 nm, Excitation: 340 nm (OPA), Emission: 305 nm, Excitation: 266 nm (FMOC) | |
| Column | C18 column (4.6 x 150 mm, 5 μ m) | |
| Mobile phase | A : 20mM sodium phosphate monobasic (pH 7.8) | |
| | B : Water / Acetonitrile / Methanol, 10 : 45 : 45 (v/v %) | |
| Gradient | Time | % B |
| | 0 | 0 |
| | 24.0 | 57 |
| | 24.5 | 100 |
| | 26.0 | 100 |
| | 26.5 | 0 |
| | 30.0 | 0 |
| Flow rate | 1.5 mL/min | |
| Injection volume | 0.5 μ l | |
| Temperature | Column: 40°C | |
| | Sample: 20°C | |

2.1.3.2. 아미노산가

아미노산가(Amino Acid Score:AAS)는 다음 식을 이용하여 구한 후, 가장 낮은 함량의 필수아미노산을 제한 아미노산으로 하고 그 값을 아미노산가로 하였다(Smith 2010).

$$\text{Amino Acid Score} = \frac{\text{g limiting essential amino acid in test protein}}{\text{g essential amino acid in reference protein}} \times 100$$

2.1.4. 색도 측정

인삼씨박 분말 1g을 petri dish (φ3.5cm)에 채운 후 색도 측정용 시료로 준비하고, 이를 색차계(CM-3500D, Minolta, Japan)을 이용하여 9회 반복 측정하였다. 인삼씨박 분말의 색도는 Hunter' s color value인 L(명도, Lightness), a(적색도, Redness), b(황색도, Yellowness) 값으로 나타내었으며, 이 때 사용한 표준 백판은 L=95.79, a=-0.12, b=-0.20 이었다.

2.1.5. pH 측정

인삼씨박 분말의 pH는 시료 1 g을 취해서 증류수 9mL를 가해 균질화시킨 후, 1500 rpm으로 10분 동안 원심분리(Combi 514R, HANIL,

Korea) 하였다. 상층액을 여과지(Whatman No.1)로 여과한 후 여과액을 직접 pH meter (S20 SevenEasy™ pH meter, Mettler-Toledo Inc., USA)를 이용하여 측정하였다.

2.1.6. 기능적 특성 분석

기능적 특성 분석에 쓰인 인삼씨박 분말은 모두 60 mesh(250 μ m) 체로 거른 다음 시료로 사용하였다.

2.1.6.1. 단백질 용해도 측정

단백질 용해도는 Lowhon 등(1972)과 Franzen과 Kinsella(1976)의 방법을 변형하여 측정하였다. 인삼씨박 분말 0.1g에 증류수 10mL을 가하여 30분간 교반시킨 후, 1N NaOH나 1N HCl을 이용하여 pH 2, 4, 6, 8, 10, 12로 pH를 조절하였다. 10분간 ultrasonication 하여 pH를 재조정 한 후, 25℃ water bath에서 3시간 동안 진탕시켜 1,700g 에서 15분간 원심분리(Combi 514R, HANIL, Korea) 하였다. 이들 상층액에서 0.1mL을 취하여 3mL의 Bradford reagent와 상온에서 20분간 반응시킨 후 595nm에서 흡광도를 측정하였으며, 용해도는 pH 12에서의 흡광도를 100%로 하여 다음과 같이 계산하였다.

$$\text{Protein solubility (\%)} = \frac{\text{Solubility at designated pH}}{\text{Solubility at pH 12}} \times 100$$

2.1.6.2. 수분 및 유지 흡착력 측정

수분 및 유지 흡착력은 Lin과 Humbert(1974)의 방법을 변형하여 측정하였다. 증류수 10mL에 인삼씨박 분말 0.5 g을 가하여 실온에서 1시간 동안 vortex mixer로 15분마다 10초 동안 교반하였다. 이를 원심분리 (1,600g, 25분, Combi 514R, HANIL, Korea)하여 상층액을 제거한 후 무게를 측정하여 건조시료 1 g에 대한 수분 흡착력으로 나타내었다. 유지흡착력은 콩기름(백설, 제일제당) 10mL에 인삼씨박 분말 0.5 g을 분산시켜 수분흡착력과 같은 방법으로 측정하여 유지흡착력으로 나타내었다.

2.1.6.3. 거품 형성능 측정

거품 형성능은 Lowhon 등(1972)의 방법을 변형하여 측정하였다. 증류수 50mL에 인삼씨박 분말 1.5 g을 분산시킨 다음 균질기로 (ULTRA-TURRAX T18 homogenizer, IKA Lab Technology, Lennox, Dublin, Ireland)로 10,000 rpm에서 5분 동안 거품을 형성하였다. 거품이 형성된 인삼씨박 분산액은 즉시 100mL 메스실린더로 옮겨 30초간 방치한 후 부피를 측정하여 아래 식으로 거품형성능을 계산하였다.

$$\text{Foaming capacity (\%)} = \frac{A-B}{A} \times 100$$

A : 거품 형성 후 부피 (mL)

B : 거품 형성 전 부피 (mL)

2.1.6.4. 유화력 및 유화 안정성 측정

유화력 및 유화 안정성은 Pearce와 Kinsella(1978)의 방법을 변형하여 측정하였다. 증류수 25mL에 인삼씨박 분말 0.1 g을 분산시킨 다음 1N NaOH와 1N HCl 용액으로 단백질 용해도 측정 방법과 동일하게 pH를 조정 한 다음 콩기름 1mL를 넣은 후 균질기(ULTRA-TURRAX T18 homogenizer, IKA Lab Technology, Lennox, Dublin, Ireland)로 30,000 rpm에서 1분간 균질화하여 유화액을 형성하였다. 인삼씨박 분말의 유화력 측정은 유화액 0.1mL에 0.1% SDS 용액을 넣어 150배 희석한 뒤 spectrophotometer 로 500nm에서 흡광도를 측정하여 다음 계산식에 의해 계산한 값을 유화력으로 표현하였다.

$$T = 2.303A/l$$

T : 탁도

A : 흡광도

l : cuvette의 길이(1cm)

유화 안정성은 유화액 형성 후 60분 동안 정치시킨 유화액 0.1mL을 유화력 측정방법과 동일하게 0.1% SDS 용액으로 150배 희석하여 500nm에서 흡광도를 측정한 값을 아래와 같은 식으로 계산하였다.

$$\text{Emulsion stability (\%)} = \frac{\text{T of emulsion after t}}{\text{T of initial emulsion}} \times 100$$

(t : 60 min)

2.1.7. 메탄올 추출 및 수율

인삼씨박 분말 20 g에 80% 메탄올 수용액 200 mL을 넣고 교반기 (Shaking incubator, SI-600R, Jeio Co LTD, Korea)를 이용하여 $25 \pm 2^\circ\text{C}$ 에서 12시간 동안 교반 추출하였다. 추출액을 여과지(Whatman No.1)로 거른 후, 남은 잔사는 위와 동일한 방법으로 반복 추출하여 총 약 400mL의 인삼씨박 메탄올 추출물을 얻었다. 추출물을 회전식 진공농축기 (Rotavapor, Buchi, Germany)로 40°C 에서 감압, 농축하여 농축물을 동결 건조한 후 무게를 측정하여 수율을 구하였다. 건조된 농축물은 분말 형태로 -20°C 에서 보관하며 분석에 사용하였다.

2.1.8. 기능성 성분 분석

2.1.8.1. 피트산 함량 측정

인삼씨박 분말의 피트산(phytic acid) 함량은 Haug와 Lantzsch (1983)의 방법에 따라서 정량하였다. 인삼씨박 분말 1g을 0.2N HCl

10mL에 용해한 뒤 1시간 동안 진탕한 후 원심분리(3000g, 30min)하였다. 상등액 0.5mL에 ferric solution 1mL를 첨가하여 용기의 뚜껑을 덮고 30분 동안 끓인 뒤 얼음물에서 실내 온도로 15분간 식혔다. 5분간 원심분리하여 상층액 1mL를 취하고 상층액에 1.5mL의 2,2'-bipyridine solution을 넣었다. 혼합 용액을 잘 섞은 뒤 519nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준물질로 phytic acid(Sigma Aldrich Chem. Co.)를 이용하여 표준 검량 곡선을 작성하여 phytic acid를 정량하였다.

2.1.8.2. 압축 탄닌 함량 측정

압축 탄닌(condensed tannin) 함량은 modified vanillin assay 방법(Price 등 1978)을 이용하여 측정하였다. 인삼씨박 분말 0.5g에 메탄올 10mL을 가하여 20분 동안 진탕한 후, 3000rpm에서 20분동안 원심분리 하였다. 상층액 1mL에 vanillin reagent 5mL을 가하여 30℃의 어두운 항온 수조에서 20분간 반응시킨 후 500nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준물질로 (+)-catechin을 사용하였으며, 0 ~1000 $\mu\text{g/mL}$ 농도로 녹여 표준 검량 곡선을 작성하였고 총 condensed tannin 함량은 인삼씨박 100 g 건조중량에 대한 mg catechin equivalent(CE)로 환산하여 표시하였다.

2.1.8.3. 총 폴리페놀 함량

총 폴리페놀 함량은 Folin-Ciocalteu 방법을 변형한 방법(Velioglu 등 1998)을 이용하여 분석하였다. 인삼씨박 메탄올 추출물을 10 mg/mL 농도로 녹인 시료 100 μ L에 증류수로 10배 희석한 Folin-Ciocalteu reagent (Sigma Chemical Co., USA) 750 μ L을 넣고 교반시켰다. 5분 후, 6% NaHCO₃ 용액 750 μ L를 가한 다음 상온에서 90분 동안 반응시켜 분광광도계(SpectraMax 190, Molecular Devices, USA)를 이용하여 750nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준물질로 ferulic acid (Fluka, Japan)를 사용하였으며, 0 ~1000 μ g/mL 농도로 녹여 표준 검량 곡선을 작성하였고 총 폴리페놀 함량은 메탄올 추출물 100 g 건조중량에 대한 mg ferulic acid equivalent(FAE)로 환산하여 표시하였다.

2.1.8.4. 총 플라보노이드 함량

총 플라보노이드 함량은 Zhang 등(2011)의 방법을 변형하여 측정하였다. 인삼씨박 메탄올 추출물을 10 mg/mL 농도로 녹인 시료 100 μ L에 3차 증류수 400 μ L와 5% NaNO₂ 30 μ L를 가하여 실온에 5분 동안 방치하였다. 10% AlCl₃ 30 μ L를 넣고 실온에 6분간 방치한 다음, 1M NaOH 200 μ L를 가하고 바로 3차 증류수 240 μ L를 가하여 희석한 다음 분광광도계(SpectraMax 190, Molecular Devices, USA)로 510nm 파장에서 흡광도를 측정하였다. 총 플라보노이드 함량은 메탄올 추출물 건조중량 100g에 대한 mg quercetin equivalent(QE)로 환산하여 표시하였다.

2.1.9. 항산화 활성 측정

항산화 활성은 80% 메탄올 수용액으로 추출하여 동결 건조시킨 추출물을 이용하여 측정하였으며, 다시 80% 메탄올 수용액에 녹여 실험하였다.

2.1.9.1. DPPH 자유 라디칼 소거 활성능

Brand-Williams 등(1995)의 방법에 따라 DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) 자유 라디칼 소거 활성능을 측정하였다. 1~10mg/mL의 농도로 녹인 인삼씨박 메탄올 추출물 40 μ l에 0.2mM DPPH 용액 160 μ l을 가하여 실온의 암소에서 30분간 반응시킨 후, 분광광도계로 517nm에서 흡광도를 측정하였다. 이를 아래식에 대입하여 DPPH 자유 라디칼 소거 활성능을 계산하였다. 대조군으로 L-ascorbic acid를 사용하여 표준 검량 곡선을 작성하였고 인삼씨박의 자유 라디칼 소거 활성능을 vitamin C equivalent antioxidant activity(mg VCEAC/mL)로 환산하여 나타내었다.

$$\text{DPPH radical scavenging activity (\%)} = \left(1 - \frac{A}{B}\right) \times 100$$

A : 시료 첨가군의 흡광도

B : 시료 무 첨가군의 흡광도

2.1.9.2. ABTS 자유 라디칼 소거 활성능

ABTS (2,2' -azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) 자유 라디칼 소거 활성능은 Yoo 등(2004)의 방법을 참고하여 측정하였다. PBS(100 mM potassium phosphate buffer, pH 7.4, containing 150 mM NaCl)에 녹인 각각의 1.0mM AAPH와 2.5mM ABTS를 1:1의 비율로 섞어 68℃의 항온수조에서 분간 반응시켜 ABTS 자유 라디칼을 생성시킨 후 734nm에서 흡광도 값이 0.65 ± 0.02 가 되도록 하였다. 인삼씨박 메탄올 추출물(1~10mg/mL) 20 μ l에 ABTS 용액 980 μ l을 넣어 37℃ 항온수조에서 10분간 반응시킨 후, 734nm에서 흡광도를 측정하였다. 이를 아래의 식에 대입하여 ABTS 자유 라디칼 소거 활성능을 계산하였으며, vitamin C equivalent antioxidant activity(mg VCEAC/mL)로 나타내었다.

$$\text{ABTS radical scavenging activity (\%)} = \left(1 - \frac{A}{B}\right) \times 100$$

A : 시료 첨가군의 흡광도

B : 시료 무 첨가군의 흡광도

2.1.9.3. 환원력 (Reducing power)

환원력은 Liu와 Yao(2007)의 방법을 변형하여 측정하였다. 인삼씨박 메탄올 추출물(25~1,000 μ g/mL) 250 μ l에 sodium phosphate buffer(0.2M, pH 6.6) 250 μ l과 1% potassium ferricyanide($\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$)

250 μ l을 가하여 50℃의 항온수조에서 20분간 반응시켰다. 여기에 10% TCA (trichloroacetic acid) 250 μ l을 가하여 3000rpm(Combi 514R, HANIL, Korea)에서 10분간 원심분리 한 후, 상층액 500 μ l을 취하여 증류수 500 μ l와 0.1% ferric chloride(FeCl_3) 100 μ l를 넣어 혼합하였다. 반응액의 흡광도는 분광광도계로 700nm에서 측정하였고, 시료 간의 농도별 흡광도 값과 vitamin C equivalent antioxidant activity (mg VCEAC/mL)로 나타내었다.

2.2. 인삼씨박 분말을 첨가한 영양바 개발

2.2.1. 실험재료

본 실험에 사용한 인삼씨박 분말은 압착추출로부터 얻은 압착추출박을 분쇄하여 -20°C 냉동고에 보관하며 사용하였다. 기본적 재료는 박력분(CJ 주식회사, 서울), 통밀가루 (우리밀 통밀가루, 우리농바이오텍, 전남), 무염버터(Anchor, New Zealand), 두유(순두유 플레인, 매일유업, 충북), 백설탕, 흑설탕, 소금 (백설탕, CJ 주식회사, Seoul, Korea), 베이킹파우더(주식회사 광일, 충남)로 시중에서 구입하여 사용하였다.

2.2.2. 인삼씨박 분말 첨가 영양바 제조

영양바의 배합비율 및 제조방법은 각각 Table 4와 Fig 1과 같다. 배합비에 맞게 버터, 흑설탕, 설탕을 넣고 거품기로 5분간 혼합하여 크림화하였다. 여기에 체친 밀가루, 통밀가루, 베이킹 파우더, 소금과 밀가루 중량에 대하여 5, 10, 20%로 첨가량을 달리한 인삼씨박 분말을 넣고 주걱으로 자르듯이 섞어 주었다. 마지막으로 두유를 넣어 신속하게 반죽을 한 덩어리로 만든 후, 팬에 정확히 25g씩 취하여 오븐 (Model FAO-7102, Daeyoung bakery machinery Co., LTD, Anshan, Korea)에 넣고 180°C 에서 13분간 구웠다.

Table 4. Formulation of nutrition bar substituted with defatted ginseng seed meal

| Materials (g) | Substitution rate of ginseng seed meal | | | |
|-------------------|--|-----|-----|-----|
| | 0% | 5% | 10% | 20% |
| Soft wheat flour | 80 | 76 | 72 | 64 |
| Whole wheat flour | 20 | 19 | 18 | 16 |
| Ginseng seed meal | 0 | 5 | 10 | 20 |
| Soy milk | 45 | 45 | 45 | 45 |
| Butter | 30 | 30 | 30 | 30 |
| White sugar | 27 | 27 | 27 | 27 |
| Dark brown sugar | 18 | 18 | 18 | 18 |
| Salt | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 |
| Baking Powder | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 0.8 |

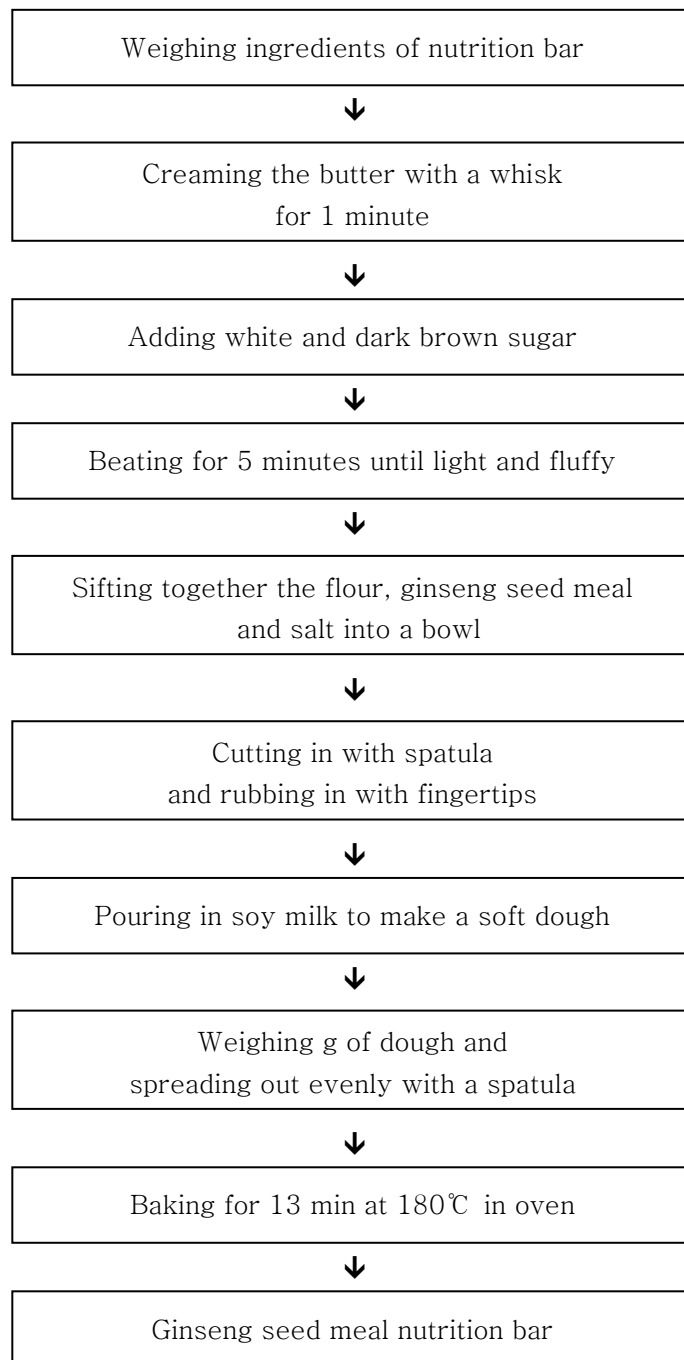


Fig 1. Flow diagram of processing steps used in the preparation of nutrition bar substituted with ginseng seed meal

2.2.3. 인삼씨박 분말 첨가 영양바의 품질 특성

2.2.3.1. 반죽의 pH 및 밀도

영양바 반죽의 pH는 반죽 5 g에 증류수 45mL을 넣고 균질화한 뒤, 원심분리기(Combi 514R, HANIL, Korea)에서 3000 rpm으로 5분간 원심 분리한 후, 상층액을 여과지(Whatman No. 2)로 여과하여 여과액을 직접 pH meter (S20 SevenEasy™ pH meter, Mettler-Toledo Inc., USA)를 이용하여 측정하였다.

영양바 반죽의 밀도는 50mL 메스실린더에 증류수 30mL을 넣고 영양바 반죽 5 g을 넣었을 때 증가한 높이를 구하여 반죽의 부피에 대한 무게의 비(g/mL)로 구하였다(AACC 02-52).

$$\text{Density(g/mL)} = \frac{\text{반죽의 무게(g)}}{\text{반죽의 부피 (mL)}}$$

2.2.3.2. 영양바의 비용적, 굽기손실률 및 팽창률

영양바의 비용적(specific volume)은 굽기 1시간 후 유채씨를 사용한 종자치환법으로 3회 반복 측정한 부피를 굽기 후 영양바의 중량으로 나누어 구하였다(AACC 72-10).

영양바의 손실률(Loss rate)과 팽창률 (Leavening rate)은 굽기 전과 구운 후, 대조군 및 실험군의 중량을 각각 측정하여 그 차이에 대한 비율로 산출하였다.

$$\text{Loss rate}(\%) = \frac{\text{굽기 전과 후의 한 개의 중량 차(g)}}{\text{굽기 전 반죽 한 개의 중량(g)}} \times 100$$

$$\text{Leavening rate}(\%) = \frac{\text{굽기 전과 후의 실험군 영양바의 중량 차(g)}}{\text{굽기 전과 후의 대조군 영양바의 중량 차(g)}} \times 100$$

2.2.3.3. 색도 측정

영양바의 표면(crust)의 색도는 영양바를 20mm×20mm×10mm의 크기로 잘라 윗면의 색도를 측정하였다. 영양바 내부(crumb)의 색도는 영양바 내부를 취하여 grinder로 갈아준 후 1 g을 petri dish (φ3.5cm)에 채운 후 색도 측정용 시료로 준비하고, 이를 색차계(CM-3500D, Minolta, Japan)을 이용하여 6회 반복 측정하였다. 인삼씨박 영양바의 색도는 Hunter's color value인 L(명도, Lightness), a(적색도, Redness), b(황색도, Yellowness) 값으로 나타내었으며, 이 때 사용한 표준 백판은 L=95.79, a=-0.11, b=-0.21 이었다. 인삼씨박 분말 첨가량에 따른 대조군과의 총 색도 차이(total color difference)는 아래 식을 이용하여 구하였다.

$$\Delta E = \sqrt{\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2}$$

2.2.3.4. 텍스처 측정

영양바의 조직감은 Texture Analyzer(TA/XT-2, Stable Micro System, UK)를 사용하여 penetration test와 텍스처 묘사분석(Texture profile analysis, TPA)를 실시하였다. 측정조건은 Table 5와 같으며, 경도(hardness), 탄력성(springiness), 응집성(cohesiveness), 씹힘성(chewiness)의 TPA(texture profile analysis) 특성치를 분석하였다.

Table 5. Operating conditions of penetration and texture profile analysis

| Measurement | Operating conditions |
|-----------------|--------------------------|
| Test type | Penetration |
| Probe | 2 Ø mm cylinder probe |
| Pre-test speed | 2 mm/s |
| Test speed | 1 mm/s |
| Post-test speed | 10 mm/s |
| Distance | 30 mm |
| Contact area | 1 mm ² |
| Contact force | 5 g |
| Test type | Texture profile analysis |
| Probe | 2 Ø mm cylinder probe |
| Pre-test speed | 2 mm/s |
| Test speed | 1 mm/s |
| Post-test speed | 1 mm/s |
| Distance | 12 mm |
| Contact area | 1 mm ² |
| Contact force | 5 g |

2.2.3.5. 영양바의 항산화 활성 측정

영양바의 항산화 활성은 Yoon 등(2011)의 방법을 변형하여 측정하였다. 동결 건조시킨 영양바 분말 1g에 80% 메탄올 수용액 10mL을 가하여 실온에서 24시간 동안 추출한 뒤 2400 rpm에서 20분간 원심분리 하여 얻은 상층액을 시료용액으로 사용하였다.

0.2 mM DPPH용액 160 μ L에 시료용액 40 μ L을 가하여 혼합한 뒤 실온의 암소에서 30분 반응시킨 후, 분광광도계(SpectraMax 190, Molecular Devices, USA)로 517 nm에서 흡광도를 측정하였다. 이를 아래 식에 대입하여 DPPH 자유 라디칼 소거능을 계산하였다.

$$\text{DPPH radical scavenging activity (\%)} = \left(1 - \frac{A}{B}\right) \times 100$$

A : 시료 첨가군의 흡광도

B : 시료 무 첨가군의 흡광도

2.2.3.6. 관능평가

인삼씨박 분말을 첨가한 영양바의 관능검사는 서울대학교 식품영양학과 대학원생 22명을 대상으로 검사방법과 측정항목에 대하여 충분히 설명한 후, 특성강도와 기호도 검사를 실시하였다. 영양바는 일정한 크기(30mm×20mm×10mm)로 준비하여 흰색 폴리에틸렌 1회용 접시에 담아

제공하였고, 한 개의 시료를 먹고 난 다음에는 물로 입 안을 헹군 뒤 다음 시료를 평가하도록 하였다. 평가항목은 영양바의 색, 향, 맛(인삼씨 맛, 쓴맛, 후미) 조직감(경도, 입안에서의 느낌) 전반적인 기호도로, 특성강도는 15cm 선척도를 이용하였으며 기호도는 7점법으로 조사하였다.

3. 통계처리

본 연구 결과의 통계처리는 SPSS(Statistics Package for Social Science, Ver.18.0) 프로그램을 이용하여 실시하였다. 각 시료간의 평균 차이를 보기 위하여 일원분산분석(One-way analysis of variance)를 실시하였고, 유의적인 차이가 있을 경우 $p < 0.05$ 수준에서 Duncan의 다중범위 시험법(Duncan 's multiple range test)으로 사후검정을 실시하였다. 또한 항목간의 연관성을 보기 위해 Pearson' s correlation coefficient를 구하였다.

Ⅲ. 결과 및 고찰

1. 인삼씨박의 특성

1.1. 일반성분

추출방법에 따른 인삼씨박 분말의 일반성분을 측정한 결과는 Table 6과 같다. 인삼씨박의 수분함량은 평균 1.59~8.03% 범위로 추출방법에 따라 유의적인 차이가 있는 것으로 나타났다. 초임계추출박의 수분함량이 압착추출박과 용매추출박보다 적은 수분함량을 나타내었는데 이는 초임계 조건 하에 오일 추출 시 수분이 함께 추출되기 때문이라는 Dunford와 Temelli(1997), Sun 등(2008)의 보고와 일치하였다. 단백질 함량에서도 추출방법에 따른 유의적인 차이를 보였는데, 인삼씨 알맹이 만을 사용하여 오일 추출 후 얻은 압착추출박이 인삼씨 껍질과 알맹이를 모두 사용한 용매추출박과 초임계추출박보다 단백질 함량이 높은 것으로 나타났다. 지방함량은 압착추출박이 24.35%로 가장 높았으며 다음으로 초임계추출박, 용매추출박 순이었다. 이와 같은 결과는 세가지 추출방법 중 압착추출방법의 오일추출 수율이 가장 낮았기 때문에 압착추출박의 잔여오일함량이 높게 나타난 것으로 보인다. Sun 등(2008), Xiao와 Zhang(2011)의 연구에서 추출방법에 따른 탈지종실박의 지방함량이 압착추출박에서 가장 높은 것으로 나타나 본 연구결과와 비슷한 양상을 보여주었다.

압착추출박과 조건을 같게 하기 위하여 용매추출박과 초임계추출박을 45 mesh (355 μ m) 체로 걸러 분쇄된 껍질과 알맹이를 최대한 분리한 후 일반성분을 분석한 결과, 체로 거른 후 단백질 함량이 약 2~2.6배 높아졌고, 조섬유 함량이 약 2.8~2.9배 낮아졌다. 이를 통해 인삼씨 껍질보다 인삼씨 알맹이의 단백질 함량이 높으며, 인삼씨 껍질이 알맹이보다 섬유소를 많이 함유하고 있는 것으로 나타났다.

조섬유는 5.73~57.25%, 조회분은 2.35~5.78%의 범위로 추출방법간에 유의적인 차이를 보였다.

Table 6. Proximate composition of defatted ginseng seed meals

(unit : %, wet basis)

| Sample | Moisture | Crude protein | Crude lipid | Carbohydrates | Crude fiber | Ash |
|-------------------|-----------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------------|
| SPM ¹⁾ | 2.54 ± 0.20 ^{d,2)} | 39.12 ± 0.51 ^a | 24.35 ± 0.20 ^a | 28.75 ± 0.35 ^e | 5.73 ± 0.04 ^e | 5.23 ± 0.12 ^b |
| SEM whole | 6.04 ± 0.24 ^b | 10.68 ± 0.27 ^e | 0.55 ± 0.26 ^c | 80.37 ± 0.60 ^a | 57.25 ± 0.36 ^a | 2.35 ± 0.11 ^d |
| SEM | 8.03 ± 0.40 ^a | 27.92 ± 0.40 ^c | 0.28 ± 0.01 ^d | 58.47 ± 0.40 ^c | 21.3 ± 0.05 ^c | 5.31 ± 0.09 ^b |
| SFM whole | 1.59 ± 0.06 ^e | 15.92 ± 0.11 ^d | 0.85 ± 0.03 ^b | 78.67 ± 0.23 ^b | 55.12 ± 0.10 ^b | 2.98 ± 0.13 ^c |
| SFM | 3.31 ± 0.13 ^c | 32.94 ± 0.30 ^b | 0.76 ± 0.05 ^b | 57.20 ± 0.16 ^d | 18.78 ± 0.15 ^d | 5.78 ± 0.02 ^a |

All results are expressed as mean ± standard deviation (n=3)

¹⁾ SPM: Screw Pressed Meal, SEM: Solvent Extracted Meal, SFM: Supercritical-CO₂ Fluid extracted Meal

SEM whole : Non sieved SEM, SFM whole : Non sieved SFM

²⁾ Different superscripts within columns are significantly different at p<0.05 by Duncan' s multiple range test

1.2. 무기질 성분

인삼씨박의 무기질 성분을 분석한 결과는 Table 7과 같다. 인삼씨박에는 칼륨(K), 인(P), 마그네슘(Mg), 칼슘(Ca), 나트륨(Na), 철(Fe), 아연(Zn), 구리(Cu) 등의 무기질이 함유되어 있으며, 이들 무기질 중에서 특히 칼륨(578.00~878.80mg/100g)과 인(428.04~763.44mg/100g)이 가장 많이 함유된 것으로 나타났다. Kellor(1974)의 연구에서 탈지대두박의 무기질 성분을 분석한 결과 칼륨과 인을 많이 함유하고 있었으며, 탈지참깨박의 무기질 성분을 분석한 Egbekun(1997)의 연구에서도 칼륨과 인이 가장 많이 함유되어 있음을 보고하였다.

칼륨은 체액의 주요 전해질로써 체액의 정상적인 삼투압 유지와 산·알칼리 균형을 조절하며, 나트륨과 상호 작용을 통한 신경계의 자극 전도, 골격근의 수축과 이완 등의 생리적 기능을 담당한다(Na 등 2001). Hedayati 등(2008)은 칼륨의 섭취가 부족할 경우 과도한 염분 섭취 이상으로 고혈압을 유발할 수 있다고 보고 하였다.

Table 7. Mineral compositions of defatted ginseng seed meals

(unit : mg/100g, dry basis)

| Sample | Ca | Mg | Fe | Cu | Zn | P | Na | K |
|-------------------|--------|--------|-------|------|------|--------|-------|--------|
| SPM ¹⁾ | 187.71 | 360.83 | 7.88 | 2.97 | 3.91 | 763.44 | 39.83 | 878.80 |
| SEM | 174.55 | 234.85 | 25.50 | 1.19 | 3.03 | 428.04 | 19.54 | 578.00 |
| SFM | 193.76 | 265.58 | 29.70 | 1.43 | 3.73 | 522.46 | 38.69 | 625.48 |

¹⁾ SPM: Screw Pressed Meal, SEM: Solvent Extracted Meal, SFM: Supercritical-CO₂ Fluid extracted Meal

1.3. 구성아미노산 및 amino acid score

추출방법에 따른 인삼씨박의 구성아미노산 함량을 분석한 결과는 Table 8과 같으며, 본 연구에서는 cysteine을 제외한 총 16종의 아미노산을 분석하였다. 전반적으로 glutamic acid (16.47~18.24g/100g protein), aspartic acid (7.96~8.97g/100g protein), arginine (7.18~7.84g/100g protein), leucine (5.87~6.31g/100g protein) 등의 순으로 함량이 높게 나타났으며, 이는 종래의 탈지종실박의 구성아미노산을 분석한 Tkachuk 등(1969)의 결과와 비슷한 경향을 나타내었다. 시료의 단백질 g당 총 구성아미노산과 필수아미노산의 함량은 용매추출박, 압착추출박, 초임계추출박 순으로 높게 나타났으나 오일 추출방법에 따른 유의적인 차이는 나타나지 않았다($p < 0.05$).

단백질의 품질은 아미노산의 구성과 양에 따라 결정되며, 특히 필수아미노산의 조성과 함량은 단백질의 영양적 평가를 하는데 있어서 중요하다(J Xiao와 H Zhang, 2011). 단백질의 평가하는 방법으로는 동물실험을 통한 생물학적 평가방법(in vivo)과 화학적·생화학적 평가방법(in vitro)이 있으며, 동물실험에 소요되는 시간과 비용을 절약하기 위하여 in vitro 방법이나 아미노산 함량에 기초한 단순계산을 통해 단백질의 품질을 평가한다(Smith 2010). 본 연구에서는 국제연합식량농업기구(FAO)와 세계보건기구(WHO)가 제시한 이상적인 필수아미노산의 표준 구성을 인체의 단백질 필요량에 근거한 아미노산 필요량을 기준으로 해서 구한 것(2007)과 인삼씨박의 필수아미노산 함량 비교를 통해 인삼씨박 단백질의 품질을 평가하였다. 그 결과 세가지 인삼씨박의 threonine, phenylalanine, histidine은 FAO/WHO의 reference protein보다 높은

값을 가졌으며, 각 인삼씨박에서 가장 낮은 아미노산가를 가진 필수아미노산은 압착추출박은 lysine, 용매추출박과 초임계추출박은 valine으로 이를 제1 제한아미노산으로 하여 각 인삼씨박의 아미노산가로 나타내었다(Table 8). Young과 Pellett(1994)의 연구에서는 참깨박과 해바라기씨박의 제1 제한아미노산은 lysine이며, 아미노산가는 각각 55와 71이라고 보고하였다.

Table 8. Amino acid content of defatted ginseng seed meals and essential amino acid patterns

(unit: g/100g protein)

| | SPM ¹⁾ | SEM | SFM | FAO/WHO (ref.protein ²⁾) |
|---------------------------|---------------------------|------------------------|------------------------|---|
| Essential Amino Acids | | | | |
| Leu | 6.23±0.21 | 6.31±0.13 | 5.87±0.21 | 6.3 |
| Lys | 3.62±0.17 | 4.44±0.18 | 4.02±0.23 | 5.2 |
| Met | 1.26±0.01 ^{a,3)} | 0.96±0.03 ^b | 0.89±0.10 ^b | |
| Val | 3.34±0.28 | 3.31±0.01 | 3.16±0.10 | 4.2 |
| Ile | 2.81±0.28 | 2.75±0.01 | 2.67±0.11 | 3.1 |
| Thr | 3.44±0.11 | 3.64±0.04 | 3.32±0.13 | 2.7 |
| Phe | 3.87±0.09 | 3.90±0.02 | 3.63±0.16 | 4.6 ⁴⁾ |
| His | 2.14±0.12 | 2.25±0.05 | 2.04±0.05 | 1.8 |
| Non-Essential Amino Acids | | | | |
| Asp | 8.33±0.04 ^{ab} | 8.97±0.06 ^a | 7.96±0.34 ^b | |
| Glu | 17.76±0.13 | 18.24±0.08 | 16.47±0.71 | |
| Ser | 5.28±0.01 ^b | 5.78±0.03 ^a | 5.11±0.23 ^b | |
| Gly | 4.96±0.04 ^b | 5.88±0.02 ^a | 5.01±0.19 ^b | |
| Arg | 7.84±0.26 | 7.76±0.09 | 7.18±0.38 | |
| Ala | 4.54±0.07 | 4.73±0.05 | 4.28±0.17 | |
| Tyr | 2.52±0.19 | 2.19±0.09 | 1.96±0.13 | |
| Pro | 3.85±0.17 ^b | 4.33±0.03 ^a | 3.90±0.07 ^b | |
| Total A.A | 81.79±2.18 | 85.42±0.84 | 77.44±3.32 | |
| Total E.A.A | 26.71±1.26 | 27.55±0.46 | 25.58±1.10 | |
| AAS ⁵⁾ | 69.62 | 78.81 | 75.24 | |

All results are expressed as mean ± SD

¹⁾ SPM: Screw Pressed Meal, SEM: Solvent Extracted Meal, SFM: Supercritical-CO₂ Fluid extracted Meal

²⁾ Reference protein pattern for pre-school children (2-5 years old), unit: g/100g protein

³⁾ Different superscripts within rows are significantly different at p<0.05 by Duncan's multiple range test

⁴⁾ Phenylalanine plus Tyrosine

⁵⁾ AAS : Amino Acid Score calculated with lysine (SPM) and valine (SEM and SFM) as limiting amino acid

1.4. 색도 및 pH

식품의 색은 풍미나 물성 등과 함께 식품의 2차 기능 즉 감각기능에 관여하며, 여러 가지 기능에 의해 식품의 품질을 결정하는 중요한 요소가 된다. 추출 방법에 따른 인삼씨박의 색도를 측정한 결과는 Table 9와 Fig 2와 같다. 색도의 밝기를 나타내는 L값은 0(black)에서 100(white)로 나타나며, 실험결과 압착추출박이 유의적으로 가장 낮은 값(33.61)을 가져 용매추출박(68.46)과 초임계추출박(69.88)보다 어두운 것으로 나타났다($p<0.05$). 적색도를 나타내는 a값은 압착추출박이 유의적으로 높은 값을 가져 용매추출박과 초임계추출박보다 붉은 색을 띠는 것으로 나타났으며, 황색도를 나타내는 b값은 용매추출박이 가장 높은 것으로 보아 다른 인삼씨박보다 황색을 많이 띠는 것으로 나타났다($p<0.05$). Sun 등(2008)의 연구에서 추출방법에 따른 카놀라박의 색도를 측정한 결과, 용매추출박과 초임계추출박보다 압착추출박의 L값이 낮고 a값이 높게 나타나 본 연구와 비슷한 양상을 보였다. Fig 2를 보면 압착추출박이 다른 인삼씨박과 달리 어두운 적갈색을 띠는 것을 알 수 있는데, 이는 인삼씨 알맹이 만을 이용하였을 뿐만 아니라 압착추출 시 착유기 내에서 발생한 고온의 영향을 받았기 때문이라고 사료된다.

추출방법을 달리하여 얻은 인삼씨박 10% 수분산액의 pH를 측정한 결과(Table 9), pH 6.03~6.27의 범위로 나타났으며 압착추출박이 가장 높은 값을 가졌다.

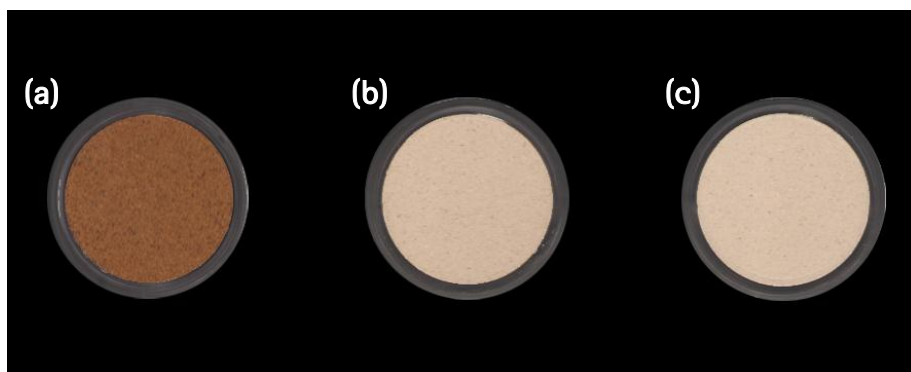


Fig 2. Appearance of defatted ginseng seed meals

(a) Screw-pressed meal (b) Solvent extracted meal (c) Supercritical CO₂ fluid meal

Table 9. Hunter color values and pH of defatted ginseng seed meals

| Sample | L ¹⁾ | a | b | pH |
|-------------------|------------------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------------|
| SPM ²⁾ | 33.61 ± 0.30 ^{c,3)} | 10.06 ± 0.21 ^a | 14.20 ± 0.34 ^b | 6.27 ± 0.01 ^a |
| SEM | 68.46 ± 0.27 ^b | 2.65 ± 0.05 ^b | 17.98 ± 0.07 ^a | 6.03 ± 0.02 ^c |
| SFM | 69.88 ± 0.19 ^a | 2.22 ± 0.03 ^c | 11.84 ± 0.13 ^c | 6.11 ± 0.02 ^b |

All results are expressed as mean ± standard deviation for nine replicates

¹⁾ Hunter L=lightness, a=redness, b=yellowness

²⁾ SPM: Screw Pressed Meal, SEM: Solvent Extracted Meal, SFM: Supercritical-CO₂ Fluid extracted Meal

³⁾ Different superscripts within columns are significantly different at p<0.05 by Duncan' s multiple range test

1.5. 기능적 특성

단백질의 기능성이란 식품의 가공, 저장, 조리, 섭취 중 식품 내 단백질의 작용에 영향을 미치는 단백질 분자의 이화학적 특성을 말한다(Kinsella 1976). 종실 단백질의 식품재료로의 이용을 최적화하기 위해서 단백질의 기능적 특성을 밝히는 것은 중요하다. 기능적 특성은 단백질 분자의 작용메카니즘에 따라 크게 단백질의 수화와 관련 있는 특성으로 단백질의 용해도, 수분·유지 흡착력 등이 있으며, 단백질의 구조 및 유변학적 특성과 관련 있는 점성, 탄성, 부착성 등, 단백질 표면의 특성과 관련 있는 유화력, 거품 형성능 등으로 나눌 수 있다(Moure 등 2006).

1.5.1. 단백질 용해도

단백질의 용해도는 단백질 분자 표면을 구성하는 친수성 아미노산과 소수성 아미노산의 균형에 따라 결정된다(Moure 등 2006). 추출방법을 달리하여 얻은 인삼씨박의 pH에 따른 단백질 용해도를 비교한 결과는 Fig 3과 같다. 이 결과는 pH 12에서의 용해도를 100으로 하여 비교한 값으로, 모든 곡선이 단백질의 등전점 근처인 pH 4에서 가장 낮은 용해도를 나타냈다. pH 4를 제외한 모든 pH 범위에서 압착추출박의 용해도가 다른 인삼씨박에 비하여 낮은 값을 나타내었는데, 이는 압착추출 과정에서 고열에 의한 단백질 변성이 일어나 단백질 분자 표면의 친수성/소수성 비율이 변하였거나, 압착추출박이 다른 인삼씨박에 비해 지방함량이 높아 단백질 용해도에 영향을 준 것으로 사료된다. Sun 등(2008)의 연구에서 압착, 용매, 초임계 추출방법으로 탈지한 카놀라박의 단백

질 용해도를 비교한 결과, 압착추출박의 용해도가 가장 낮은 값을 나타내었으며 이는 압착추출 시 고열에 의한 단백질 변성으로 인한 것으로 보고하였다. Mahajan 등(1999)은 가공처리방법에 따른 평지씨박과 참깨박의 용해도를 비교한 결과, 열처리를 한 종실박의 용해도가 낮게 나타났음을 보고하였다.

압착추출박은 pH 6 ~10 범위에서 완만한 증가를 보이다 pH 12에서 급격한 증가를 보였으며, 용매추출박과 초임계추출박은 등전점 근처에서 급격한 증가를 보이다 pH 8부터는 완만한 증가를 보여주었다. Moure 등(2006)은 단백질 분자 표면의 소수성 잔기 수가 적거나, 등전점보다 높거나 낮은 pH에서 높은 전하와 정전기적 반발력이 존재할 때 더 높은 단백질 용해도를 가진다고 보고하였다.

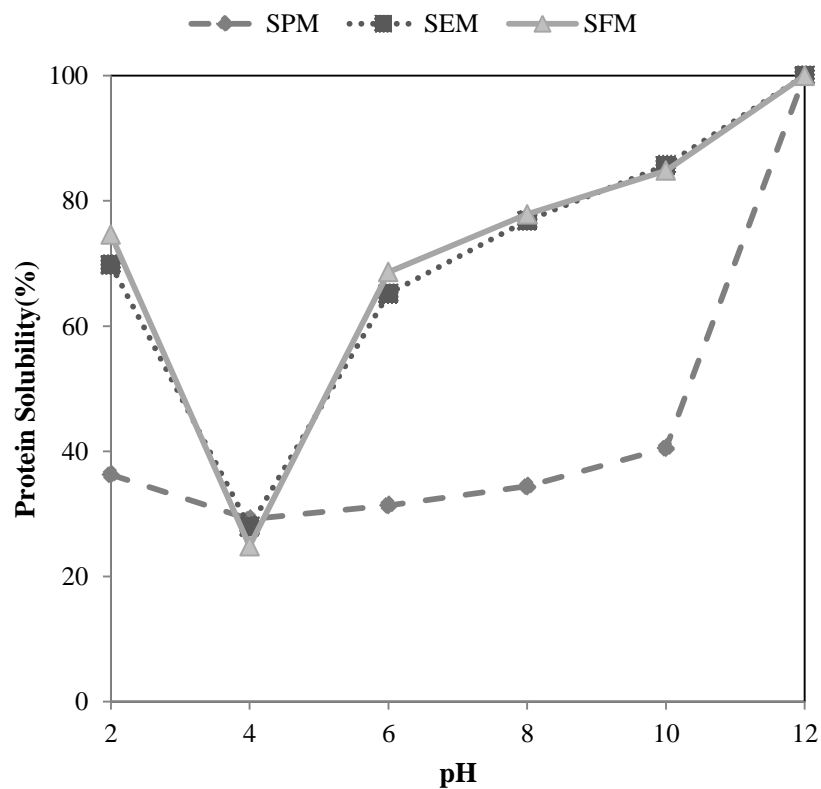


Fig 3. Protein solubility of defatted ginseng seed meals at various pH

SPM: Screw Pressed Meal, SEM: Solvent Extracted Meal, SFM: Supercritical-CO₂ Fluid extracted Meal

1.5.2. 수분 및 유지 흡착력

식품 적용에 있어서 단백질의 수분흡착력이란 중력에 반하여 결합수, 모세관, 물리적으로 갇힌 자유수 등을 보유하는 능력을 뜻한다(Moure 등 2006). 단백질의 수분흡착력은 소스, gravies 같은 제품의 원료 배합비를 결정하는데 중요한 요인이 되며, 유지흡착력은 식품의 향미를 보존해주고 입 속에서 촉감을 좋게 함으로써 감각을 자극하는 기능을 한다(Eom 등 2006).

추출방법을 달리하여 얻은 인삼씨박의 수분 및 유지 흡착력을 측정한 결과는 Table 10과 같다. 용매추출박이 시료 g당 2.41g의 수분을 흡착하여 초임계추출박(2.35g/g)과 압착추출박(1.85g/g)보다 많은 양의 수분을 흡착하였으며, 유지 흡착력 또한 용매추출박(1.73g/g), 초임계추출박(1.52g/g), 압착추출박(0.67g/g) 순으로 유지흡착력이 높아짐을 알 수 있었다.

본 연구에서 탈지박의 지방함량과 수분, 유지 흡착력간의 상관관계를 분석하기 위해 Pearson's correlation analysis를 실시한 결과, 지방함량과 수분, 유지 흡착력의 상관계수는 각각 $r=-0.970$ 과 -0.983 으로 모두 음의 상관관계를 보여주었고($p<0.01$), 높은 상관성을 보여주었다. Sun 등(2008)과 Favati 등(1996)은 탈지박의 지방함량이 높을 수록 탈지박이 흡착할 수 있는 수분과 유지 함량이 적어지며, 본 연구결과와 같이 지방함량과 수분, 유지 흡착력 간에 높은 상관성이 있음을 보고하였다.

Table 10. Water and oil absorption capacity of defatted ginseng seed meals

| Sample | WAC ¹⁾ (g/g sample) | OAC ²⁾ (g/g sample) |
|-------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| SPM ³⁾ | 1.85 ± 0.11 ^{b,4)} | 0.67 ± 0.03 ^c |
| SEM | 2.41 ± 0.06 ^a | 1.73 ± 0.03 ^a |
| SFM | 2.35 ± 0.03 ^a | 1.52 ± 0.01 ^b |

All results are expressed as mean ± standard deviation for three replicates

¹⁾ WAC : Water Absorption Capacity

²⁾ OAC : Oil Absorption Capacity

³⁾ SPM: Screw Pressed Meal, SEM: Solvent Extracted Meal, SFM: Supercritical-CO₂ Fluid extracted Meal

⁴⁾ Different superscripts within columns are significantly different at p<0.05 by Duncan's multiple range test

1.5.3. 거품 형성능

단백질의 거품 형성능은 거품 형성 시 수층과 기포 사이의 표면 장력을 낮춰주는 단백질의 능력을 뜻하며, 이러한 기능은 케이크, 휘핑크림, 머랭, 아이스크림 등의 식품 제조 시 중요한 역할을 한다(Smith 2010).

Fig 4는 추출방법을 달리하여 얻은 인삼씨박의 거품 형성능을 비교한 결과이다. 추출방법에 상관없이 pH 4에서 가장 낮은 거품 형성능을 나타내었으나, pH 4 전후에서 pH 증감에 따른 경향을 보이지 않았다. Lee 등(2006)은 단백질의 거품 형성능이 등전점 근처인 pH 4에서 가장 낮은 이유는 단백질 용해도가 낮을 뿐만 아니라 전기적 반발력이 최소화됨으로써 분자간의 응집성과 점도를 증가시켜 주기 때문이라고 하였다. 압착추출박은 0~19.15% 범위의 거품형성능을 보여 용매추출박(22.26~53.69%)과 초임계추출박(34.64~60.62%)보다 낮은 거품 형성능을 나타냈다. Mahajan 등(1999)은 열처리로 인해 단백질이 변성되어 단백질의 용해도와 거품 형성능이 모두 감소하였다고 보고하였으며, Nakai(1983)는 단백질의 거품형성능과 점성, 소수성, 용해도간의 상관관계가 있음을 밝혔다. 본 연구결과에서 인삼씨박의 용해도와 거품 형성능 간의 상관관계를 분석한 결과 $r=0.684$ 의 양의 상관관계를 보여주었다($p<0.01$).

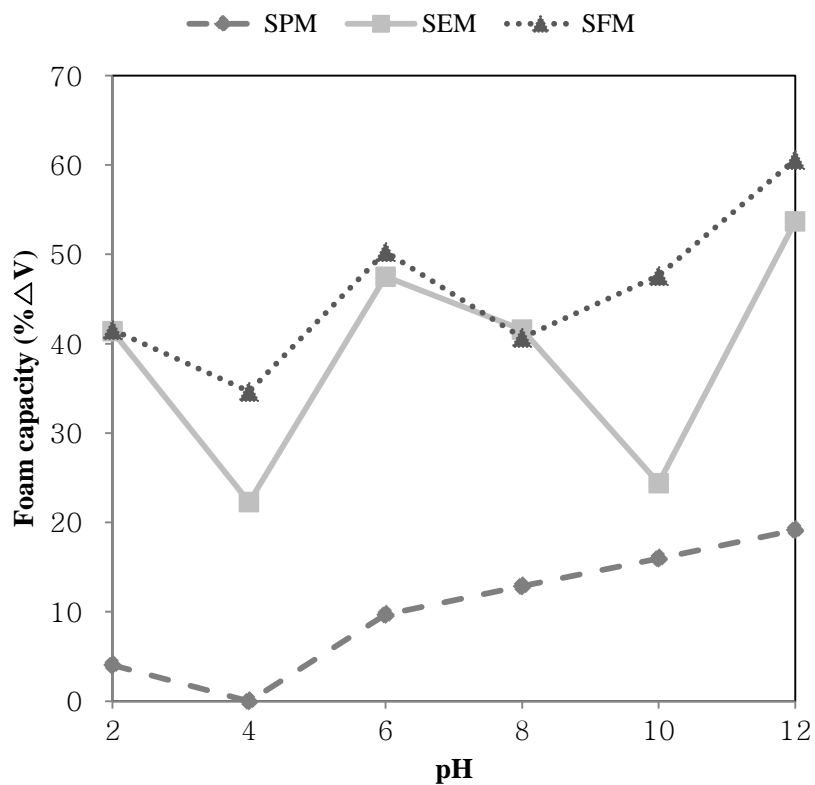


Fig 4. Foam capacity of defatted ginseng seed meals at various pH

SPM: Screw Pressed Meal, SEM: Solvent Extracted Meal, SFM: Supercritical-CO₂ Fluid extracted Meal

1.5.4. 유화력 및 유화 안정성

단백질은 상간의 계면장력을 낮추어 유화액의 형성을 돕거나 유화액의 안정성을 증가시키는 유화제로 쓰이며, 단백질의 유화력은 단백질의 용해도, 소수성, 전하, pH, 이온강도 및 온도에 영향을 받는다(Smith 2010). 추출방법을 달리하여 얻은 인삼씨박의 pH에 따른 유화력을 비교한 결과는 Fig 5와 같다. 세 인삼씨박 모두 pH 4에서 가장 낮은 유화력을 보였으나, 압착추출박은 pH 12에서 최고값을 나타냈고, 용매추출박과 초임계추출박은 pH 10에서 유화력이 가장 높았다. 용매추출박과 초임계추출박의 pH에 따른 변화폭은 비슷한 경향을 나타냈으며, pH 4를 제외하고 전반적으로 압착추출박보다 높은 유화력을 보였다.

인삼씨박 유화액을 60분간 정치시켜 측정한 유화 안정성(Fig 6)을 비교한 결과, 압착추출박과 초임계추출박은 pH 4에서 유화 안정성이 크게 감소하였으며, pH 4 전후로 유화 안정성이 급격히 상승하여 pH 6 이상에서는 높은 유화 안정성을 보여주었다. 용매추출박의 경우 pH 4에서는 다른 인삼씨박 보다 높은 유화 안정성을 나타냈으나 pH 범위 전반적으로는 가장 낮은 유화 안정성을 보였으며 pH에 따른 유화 안정성의 변화폭도 좁은 것으로 나타났다. Sun 등(2008)은 추출방법에 따른 탈지카놀라박의 비교 실험에서 초임계추출박이 유화력과 유화안정성에서 모두 높은 값을 가져 식품에 적용 시 유화제로써 높은 잠재성이 있다고 평가하였으며, 다른 기능적 특성과 마찬가지로 열처리에 의한 단백질의 변성 때문에 압착추출박의 유화력이 좋지 않았다고 보고하였다.

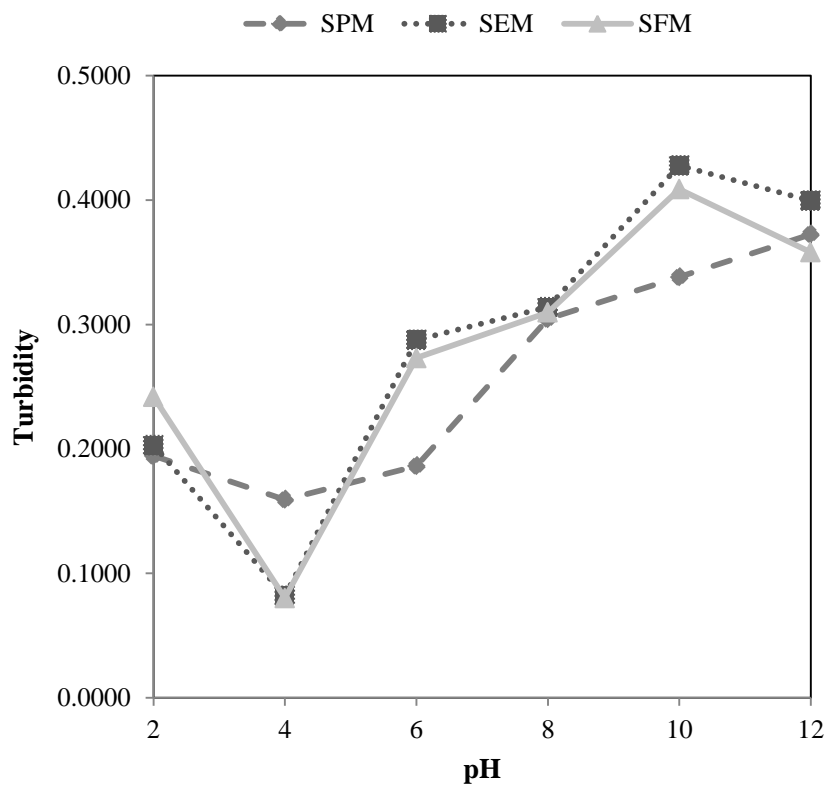


Fig 5. Emulsifying activity index of defatted ginseng seed meals at various pH

SPM: Screw Pressed Meal, SEM: Solvent Extracted Meal, SFM: Supercritical-CO₂ Fluid extracted Meal

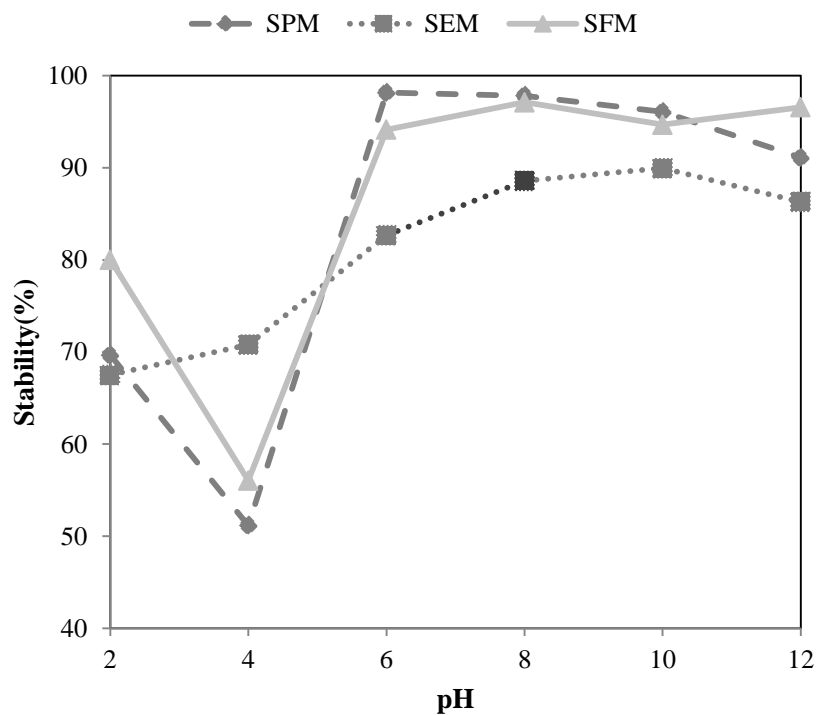


Fig 6. Emulsifying stability of defatted ginseng seed meals at various pH

SPM: Screw Pressed Meal, SEM: Solvent Extracted Meal, SFM: Supercritical-CO₂ Fluid extracted Meal

1.6. 기능성 성분 분석

1.6.1. 압축 탄닌 및 피트산 함량

Tannin은 식물성 식품과 사료에 존재하는 폴리페놀 화합물로서, 산과 효소로 가수분해되는 가용성 탄닌(hydrolysable tannin)과 가수분해되지 않는 축합형 탄닌(condensed tannin)으로 나뉜다. 탄닌은 식품에 짙은 맛을 주며 적갈색을 띠어 식품의 풍미와 색에 중요한 영향을 끼치며, 축합형 탄닌은 단백질과 복합체를 형성하여 식품내 단백질의 정상적인 이용을 방해함으로써 영양적 가치를 떨어트린다(Seo 등 2000). 하지만 최근에 탄닌의 항산화(Amarowicz 등 2000), 항균(Akiyama 등 2001), 항히스타민(Maeda Yamamoto 등 2012)등의 생리활성이 보고 되어 있어 주목을 받고 있다.

본 연구에서 인삼씨박의 탄닌 함량을 분석한 결과(Table 11), 압착추출박이 31.89 mg catechin equivalent/100g으로 유의적으로 가장 높은 함량을 보였으며($p < 0.05$), 이는 용매추출박(10.63mg CE /100g)과 초임계추출박(10.34mg CE/100g)보다 약 3배 높은 값으로 나타났다. Kim과 Kim(1998)이 보고한 바에 따르면 열처리 과정을 거치면서 콩의 성분 중 아미노산과 당이 결합하여 갈색화 반응을 일으킴으로써 탄닌과 구조가 비슷한 폴리페놀 화합물이 형성되어 열처리 후 탄닌 함량이 증가한 것으로 나타났다. 다른 종실과 비교해보면, Matthaus(1997)가 대두, 해바라기씨, 평지씨 등 12 종의 종실의 축합형 탄닌 함량을 분석한 결과, 4~380 mg CE /100g의 범위로 대부분 인삼씨박보다 높은 탄닌 함량을 나타냈으며, 대두가 가장 적은 함량을 가지고 평지씨가 가장 높은 탄닌 함량을 보였다고 밝혔다.

피트산은 종자의 발아에 필요한 인(P)의 저장 수단으로 곡류 및 종실에 존재하며, Ca, Fe, Mg, Zn 등의 2가 금속이온들과 쉽게 불용성 복합체를 형성함으로써 체내에서 무기질의 흡수를 저해하거나 단백질과 불용성 화합물을 형성하여 단백질 소화효소의 작용을 방해함으로써 단백질의 이용률을 감소시키는 것으로 보고되어 왔다(Kim와 Kim 1998; Liener 1994). 그러나 식품 내 피트산이 소장에서 free radical을 생성하는 철과 함께 결합하여 free radical 형성을 억제함으로써 항산화, 항암, 혈중 콜레스테롤 감소, 신장 결석 형성억제 등과 같은 생리활성을 가진 것으로 나타나 관심을 받고 있다(Zhou와 Erdman 1995).

인삼씨박의 피트산 함량을 측정한 결과(Table 11), 65.81~76.28 mg/100g의 범위로 나타났으며 용매추출박이 가장 높은 함량(76.28 mg/100g)을 나타냈다. 다른 탈지박의 피트산 함량을 살펴보면, 평지씨박은 760mg/100g, 해바라기씨박은 720mg/100g(dry basis)으로, 인삼씨박의 피트산 함량이 매우 낮음을 알 수 있다(Viveros 등 2000).Sun 등(2008)의 연구에서는 초임계추출박이 용매추출박보다 피트산 함량이 높게 나타났으며, Xiao와 Zhang(2011)의 연구에서는 압착추출박과 용매추출박 간의 유의적인 차이가 나타나지 않는 것으로 나타나 본 연구와는 다른 결과를 보였다.

Table 11. Condensed tannin and phytic acid contents of defatted ginseng seed meals

(unit: mg/100g dry basis)

| Sample | Condensed tannin (mg CE ¹⁾ /100g) | Phytic acid (mg/100g) |
|-------------------|--|--------------------------|
| SPM ²⁾ | 31.89±0.81 ^a | 65.81±0.25 ^c |
| SEM | 10.63±1.00 ^b | 76.28±0.86 ^a |
| SFM | 10.34±0.28 ^b | 73.77±0.45 ^b |

All results are expressed as mean ± standard deviation for three replicates

¹⁾ CE : catechin equivalent

²⁾ SPM: Screw Pressed Meal, SEM: Solvent Extracted Meal, SFM: Supercritical-CO₂ Fluid extracted Meal

1.6.2. 총 폴리페놀 및 총 플라보노이드 함량

페놀화합물은 식물계에 널리 분포하는 2차대산물로 광합성과 자외선에 의한 자유라디칼 스트레스나 초식동물의 공격으로부터 식물을 보호하고, 산화에 의한 손상을 치료하는 기능을 한다. 또한 식품이나 체내에서 항산화제로써 DNA의 손상을 방지하여 암, 심혈관계 질환, 뇌기능 장애, 백내장, 면역계 쇠퇴 등을 조절하는 역할을 한다고 보고되어 있다 (Shahidi 2000). 종실에 존재하는 페놀화합물은 이를 함유하고 있는 식품의 색, 맛, 향에 기여한다(Kozłowska 등 2006).

인삼씨박 80% 메탄올 추출물의 총 폴리페놀 함량을 선행연구에서 인삼과 홍삼에 많이 함유되어 있는 것으로 보고된 ferulic acid equivalent (FAE)로 환산하여 나타낸 결과는 Table 12와 같다. 측정 결과 압착추출박의 총 폴리페놀함량이 366 mg FAE/100g로 유의적으로 높았으며 ($p < 0.05$), 이는 가장 적은 함량을 나타낸 용매추출박 (187.74mg FAE/100g)보다 약 2배 높은 값이었다. Sun 등(2008)의 연구에서 탈지카놀라박의 총 폴리페놀 함량에서 용매추출과 초임계추출 방법에 따른 유의적인 차이가 나타나지 않았으며, Xiao와 Zhang(2011)의 연구에서도 압착추출과 용매추출에 따른 탈지박의 총 폴리페놀 함량의 유의적인 차이가 나타나지 않아 본 연구와는 상이한 결과를 보였다.

Velioğlu 등(1998)의 연구에서 여러 가지 식물의 80% 메탄올 추출물의 총 폴리페놀 함량을 분석한 결과, 아마씨는 509 mg FAE/100g, 해바라기씨는 1601 mg FAE/100g의 폴리페놀을 함유하여 본 연구 결과보다 높은 값을 나타내었으며, 인삼근은 347 mg FAE/100g를 함유하여 압착추출 인삼씨박보다 낮은 것으로 나타났다. 종실 10종의 총 폴리

페놀 함량을 분석한 결과, 전체적으로 9.5~1166.1mg/100g 범위에서 평지씨박이 1166.1mg/100g으로 가장 많은 폴리페놀을 함유하였으며, 탈지대두박이 73.6mg/100g, 탈지참깨박이 22.7mg/100g을 함유하고 있다고 보고하였다(Dabrowski와 Sosulski 1984).

플라보노이드는 benzo-y-pyrone 구조를 갖는 폴리페놀 화합물 그룹의 하나로 과채류, 종실류와 식품 중에는 특히 차와 와인에 많이 함유되어 있으며, 천연 항산화제로써 플라보노이드의 생리활성에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다(Yao 등 2004). 폴리페놀 함량과 생리활성이 항상 높은 상관성을 갖는 것은 아니기 때문에, 총 폴리페놀 함량 뿐만 아니라 또 다른 항산화능의 지표인 총 플라보노이드 함량을 함께 분석하였다. 그 결과 88.11~118.74 mg quercetin/100g의 범위를 나타냈으며, 초임계추출박이 유의적으로 가장 높게 나타난 반면 총 폴리페놀 함량이 가장 높았던 압착추출박이 가장 낮은 플라보노이드 함량을 보였다.

Table 12. Total polyphenol and total flavonoid content of defatted ginseng seed meals

(unit: mg/100g dry basis)

| Sample | Total polyphenol (mg FAE /100g) ¹⁾ | Total flavonoid (mg QE /100g) ²⁾ |
|-------------------|--|--|
| SPM ³⁾ | 366.00 ± 4.61 ^a | 88.11 ± 2.56 ^b |
| SEM | 187.74 ± 13.59 ^c | 95.91 ± 6.06 ^b |
| SFM | 240.50 ± 19.50 ^b | 118.74 ± 8.61 ^a |

All results are expressed as mean ± standard deviation for three replicates

¹⁾ Total phenolic contents (mg/100g dry matter basis) are expressed as ferulic acid equivalents.

²⁾ Total flavonoids contents (mg/100g dry matter basis) are expressed as quercetin equivalents.

³⁾ SPM: Screw Pressed Meal, SEM: Solvent Extracted Meal, SFM: Supercritical-CO₂ Fluid extracted Meal

⁴⁾ Different superscripts within columns are significantly different at p<0.05 by Duncan' s multiple range test

1.7. 항산화 활성

1.7.1. DPPH, ABTS 자유 라디칼 소거 활성

활성산소종(ROS, reactive oxygen species)은 세포를 공격하여 세포 기능을 손상시킴으로써 산화적 스트레스(oxidative stress)를 유발하여 그 결과 암, 심장질환, 염증, 노화 등의 질병을 초래한다(Choi 등 2012). 항산화물질은 ROS에 의해 형성된 자유 라디칼의 산화반응을 억제하거나 이를 소거하는 작용을 함으로써, ROS로 인해 유발되는 각종 질병을 예방하는 역할을 한다(Kwak 2008).

DPPH assay는 자주색을 띠는 안정한 DPPH 자유 라디칼이 항산화물질의 전자 공여로 인해 환원됨으로써 자주색이 탈색되는 것을 517nm에서 흡광도를 측정하여 항산화물질에 의한 자유 라디칼의 소거 정도를 측정하는 방법이다(Kwak 2008). ABTS assay는 안정한 $ABTS^{\cdot+}$ 이 항산화물질로부터 전자를 공여받음으로써 무색의 ABTS로 전환되어 흡광도가 억제되는 것을 평가하는 방법이다. DPPH assay는 생성된 라디칼이 매우 안정적으로 유지되며 반복성이 좋으며, ABTS는 aqueous phase와 organic phase에 모두 적용이 가능하며, pH의 변화에 민감하게 작용하지 않는 장점이 있다(Yoo 등 2007).

인삼씨박의 항산화 활성을 알아보기 위하여 DPPH와 ABTS 자유 라디칼 소거 활성을 알아본 결과는 각각 Fig 7, 8과 같으며, 대조군 대비 50%의 자유 라디칼 소거 활성을 가지는 농도인 EC_{50} 값과 자유 라디칼 소거 활성능을 Vitamin C에 대비하여 vitamin C equivalent antioxidant capacity (VCEAC)로 계산한 결과는 Table 13과 같다.

DPPH 자유 라디칼 소거활성은 2.5~10mg/mL의 농도범위에서 추출방

법에 따라 유의적인 차이를 보였으며, 세가지 인삼씨박 모두 농도 의존적으로 항산화 활성이 증가하는 것으로 나타났다. DPPH 자유 라디칼에 대한 EC_{50} 값을 살펴보면, 5.58~6.93mg/mL의 농도 범위에서 50%의 DPPH 자유 라디칼을 소거하는 것으로 나타났으며, 압착추출박이 유의적으로 가장 높은 소거활성을 보였다($p<0.05$).

인삼씨박의 ABTS 자유 라디칼 소거활성을 분석한 결과, 전반적으로 2.5~10mg/mL의 범위에서 농도가 증가할수록 강한 항산화 활성을 보였다. ABTS 자유 라디칼에 대한 EC_{50} 값은 8.59~10.20mg/mL의 범위로 압착추출박, 초임계추출박, 용매추출박 순으로 소거활성을 보였으며, 인삼씨박의 DPPH 자유 라디칼 소거능과 비교하였을 때 ABTS 자유 라디칼을 소거하는 능력이 더 낮은 것으로 나타났다. 이와 같이 같은 시료임에도 DPPH와 ABTS 자유 라디칼 소거 활성에 있어서 차이가 나타난 이유는 항산화 활성을 측정하는 방법들 간에 라디칼을 소거 하거나 저해하는 메카니즘이 다르기 때문이라고 볼 수 있다(Kwak 2008).

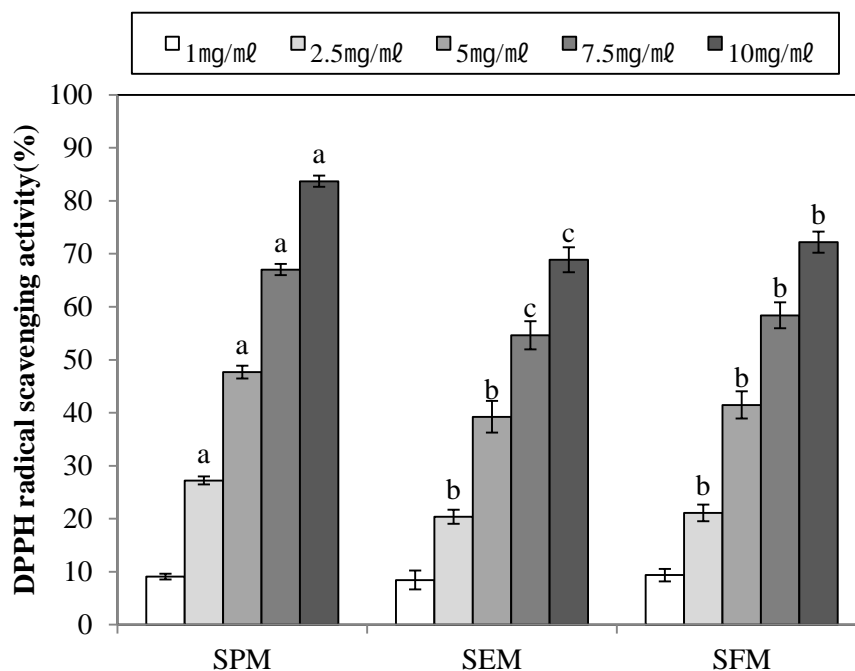


Fig 7. DPPH radical scavenging activities of methanol extract from defatted ginseng seed meals

Data are expressed as mean \pm SD

Different subscripts are significantly different at $p < 0.05$ using Duncan's multiple range test,

SPM: Screw Pressed Meal, SEM: Solvent Extracted Meal, SFM:

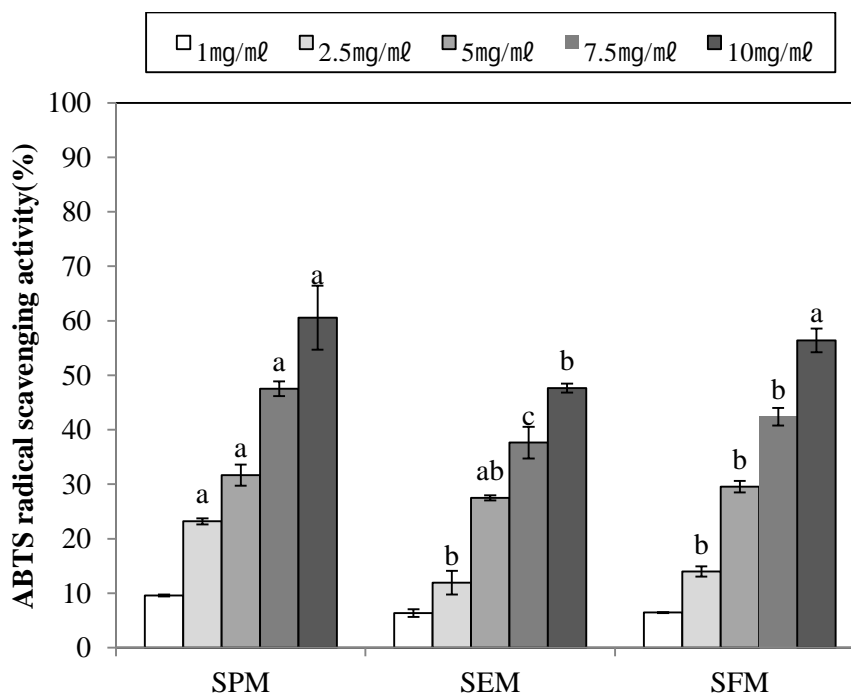


Fig 8. ABTS radical scavenging activities of methanol extract from defatted ginseng seed meals

Data are expressed as mean \pm SD

Different subscripts are significantly different at $p < 0.05$ using Duncan's multiple range test,

SPM: Screw Pressed Meal, SEM: Solvent Extracted Meal, SFM: Supercritical-CO₂ Fluid extracted Meal

Table 13. EC₅₀¹⁾ value and vitamin C equivalent antioxidant capacity of methanol extract from defatted ginseng seed meals

| Sample | EC ₅₀ (mg/ml) | | VCEAC (mg/g) | | Reducing power |
|-------------------|-----------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|
| | DPPH | ABTS | DPPH | ABTS | |
| SPM ³⁾ | 5.58±0.07 ^{c,4)} | 8.59±0.38 ^b | 8.42±0.11 ^a | 20.49±1.99 ^a | 20.71±0.06 ^a |
| SEM | 6.93±0.31 ^a | 10.20±0.29 ^a | 7.21±0.22 ^c | 16.72±0.27 ^c | 11.67±0.35 ^c |
| SFM | 6.51±0.28 ^b | 8.85±0.26 ^b | 7.53±0.19 ^b | 19.65±0.71 ^b | 12.09±0.05 ^b |

All results are expressed as mean for three replicates

¹⁾ EC₅₀ : Effective concentration to decrease concentration of DPPH or ABTS radical by 50%

²⁾ VCEAC : vitamin C equivalent antioxidant capacity

³⁾ SPM: Screw Pressed Meal, SEM: Solvent Extracted Meal, SFM: Supercritical-CO₂ Fluid extracted Meal

⁴⁾ Different superscripts within columns are significantly different at p<0.05 by Duncan' s multiple range test

1.7.2. 환원력 (Reducing power)

환원력은 시료 존재 하에서 ferric iron(Fe^{3+})을 ferrous iron(Fe^{2+})으로 환원시키는 정도를 측정하는 것으로, 700nm에서 반응물의 흡광도의 증가는 시료의 환원력을 나타낸다. 환원력은 reductone 존재와 관련이 있는데, reductone은 수소 원자를 제공하여 자유 라디칼 연쇄 반응을 끊는 항산화 작용을 하므로 환원력을 가지고 있다는 것은 잠재적인 항산화능을 가지고 있다고 말할 수 있다(Liu와 Yao 2007).

인삼씨박의 항산화능을 알아보기 위하여 환원력을 측정한 결과는 Fig 9와 같으며, 이를 vitamin C equivalent antioxidant capacity (VCEAC)로 계산한 결과는 Table 13과 같다. 실험 결과 700nm에서의 흡광도는 인삼씨박 종류에 상관없이 농도가 증가할수록 환원력이 증가하는 것으로 나타났다. DPPH, ABTS 자유 라디칼 소거활성 측정 결과와 마찬가지로 압착추출박의 환원력이 유의적으로 높게 나타났으며, 용매추출박과 초임계추출박은 유의적인 차이가 나타나지 않았다($p < 0.05$).

또한 DPPH, ABTS 자유기 라디칼 소거활성능 및 환원력을 VCEAC로 계산한 결과, 가장 높은 값을 나타낸 압착추출박의 환원력의 경우 20.71mg VCEAC/g로 나타났으며, 이는 압착추출박 1g당 vitamin C 20.71 mg과 동일한 항산화 활성을 지니는 것으로 해석할 수 있다.

이상의 세가지 항산화 활성 실험을 통해 추출방법을 달리하여 얻은 인삼씨박 중에서 유의적으로 높은 항산화 활성을 가진 것은 압착추출박임을 확인 할 수 있었다.

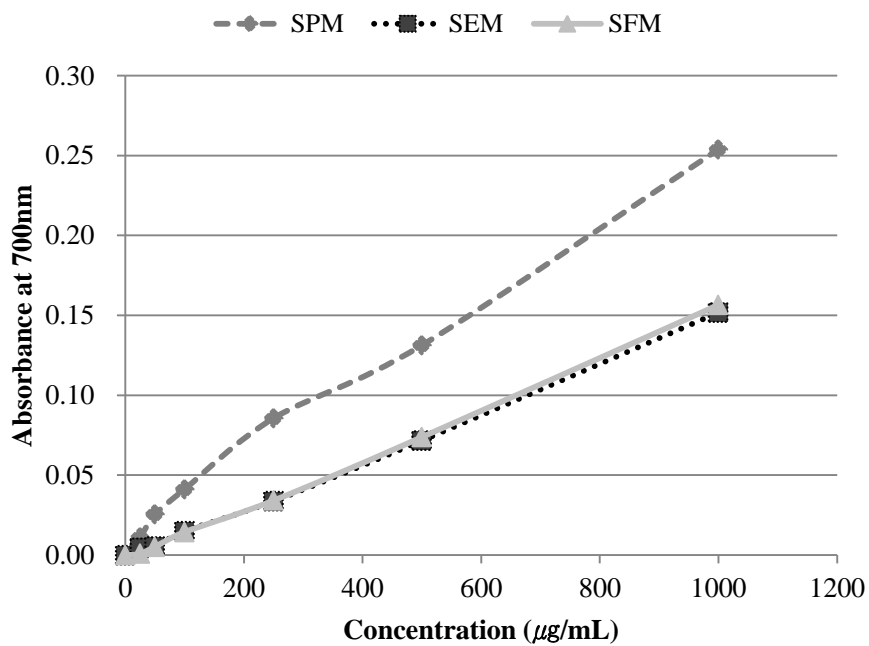


Fig 9. Reducing power of methanol extract from defatted ginseng seed meals

SPM: Screw Pressed Meal, SEM: Solvent Extracted Meal, SFM: Supercritical-CO₂ Fluid extracted Meal

1.7.3. 인삼씨 박의 기능성 성분과 항산화 활성과의 관계

인삼씨박의 기능성 성분(폴리페놀, 플라보노이드)과 항산화 활성과의 상관관계를 알아보기 위하여 Pearson's correlation analysis를 실시한 결과는 Table 14와 같다.

총 폴리페놀 함량은 DPPH, ABTS 자유 라디칼 소거능 및 환원력과 양의 상관관계를 나타내었으며 각각 $r=0.910$, $r=0.599$, $r=0.992$ 로 그 중에서 특히 DPPH, 환원력과 높은 상관성을 보였다($p<0.01$). 이는 30종의 식물 추출물의 폴리페놀 함량과 항산화 활성을 분석한 결과, 두 요인에 유의한 상관관계가 존재한다고 보고한 Dudonne (2009)의 연구 결과와 일치하였으며, Kim 등(2004)의 약용식물의 항산화 활성 탐색연구에서 총 폴리페놀의 함량과 항산화 활성과의 관련성을 비교한 결과 몇 종류의 시료를 제외하고 대부분의 시료가 폴리페놀의 함량이 높을수록 항산화 활성이 높아 양의 상관관계를 보여 본 연구의 결과와 유사하였다. 또한 총 폴리페놀 함량과는 달리 플라보노이드 함량은 항산화 활성과 높은 상관관계를 보이지 않았는데 이는 라디칼 소거능과 플라보노이드 화합물 사이에 상관관계가 보이지 않은 Kim 등(2010)의 결과와 일치하며, Kim 등은 플라보노이드 외의 다른 계열의 폴리페놀 화합물이 더욱 강력한 항산화 활성을 가지기 때문인 것으로 추정하였다.

본 연구 결과에서 총 폴리페놀 함량과 항산화 활성간의 상관관계가 큰 것으로 나타남으로써 인삼씨박의 폴리페놀 성분으로 인한 항산화 효과를 짐작할 수 있었으나, 추가적으로 인삼씨박에 존재하는 폴리페놀의 조성을 분석하고 인삼씨박의 항산화 활성에 기여하는 폴리페놀 성분에 관한 연구가 필요한 것으로 생각된다.

Table 14. Correlation coefficient between the content of functional substances and antioxidant effects by DPPH, ABTS, Reducing power assay

| | Total polyphenol | Total flavonoid | DPPH ¹⁾ | ABTS ¹⁾ | Reducing power ²⁾ |
|------------------------------|------------------|-----------------|--------------------|--------------------|------------------------------|
| Total polyphenol | 1 | | | | |
| Total flavonoid | -0.636 | 1 | | | |
| DPPH ¹⁾ | 0.910** | -0.364 | 1 | | |
| ABTS ¹⁾ | 0.599 | -0.002 | 0.729* | 1 | |
| Reducing power ²⁾ | 0.992** | -0.617 | 0.919** | 0.638 | 1 |

¹⁾ Data are expressed as mg VCEAC /g

²⁾ UV absorbance at 700nm are used as measurement of reducing power.

* significantly different from the values at p<0.05, ** significantly different from the values at p<0.01

2. 인삼씨 박 분말을 첨가한 영양바 개발

2. 1. 영양바 반죽의 pH 및 밀도

인삼씨박 분말의 첨가량을 달리하여 제조한 영양바 반죽의 pH와 밀도 측정 결과는 Table 15와 같다. 영양바 반죽의 pH는 대조군과 인삼씨박 분말 첨가군간의 유의적인 차이가 나타났으며($p < 0.05$), 대조군이 7.24, 첨가군이 7.11~7.20의 범위로 대조군의 pH보다는 낮게 나타났는데 이는 pH 6.27을 갖는 압착추출 인삼씨박으로 인해 반죽의 pH가 낮아진 것으로 사료된다. 이는 버찌분말을 첨가한 쿠키(Kim 등 2009b), 매생이 분말을 첨가하여 제조한 쿠키(Lee 등 2010)에서도 분말 첨가 쿠키 반죽이 대조군에 비해 pH가 유의적으로 감소하여 본 연구와 유사한 결과를 나타냈다. 반면, 아마씨 가루를 첨가한 쿠키(Kim와 Chung 2011)과 들깨잎 분말을 첨가한 쿠키(Choi 등 2009)의 연구에서는 부재료의 첨가량이 증가함에 따라 반죽의 pH가 증가한다고 보고하여 첨가되는 부재료의 pH에 영향을 받는 것으로 사료된다. 반죽의 pH는 완성된 제과제품의 기공, 색, 향, 맛, 부피 등의 영향을 준다. 제과제품의 종류에 따라 반죽의 적정 산도가 있으며, 적정 산도를 넘어서 산성에 가까우면 완성제품은 신맛이 나고 껍질색이 연하며 기공이 미세하고 제품의 부피가 작다. 반죽의 pH가 알칼리성에 가까우면 기공이 거칠어지고 껍질색이 어두우며 강한 향과 소다의 떫은맛을 가지게 된다(Ash와 Colmery 1973).

반죽의 밀도는 반죽내의 거품 형성 정도를 나타내는데 밀가루의 종류, 화학 팽창제의 종류와 사용유무, 믹싱 온도와 시간, 속도 등의 영향을 받으며, 완성제품의 부피, 조직과 기공에 영향을 미친다(Lee 등 2009).

반죽의 비중이 높을수록 부피가 줄어들고 내부 기공이 조밀해져 씹힘성이 떨어지며, 비중이 낮을수록 내부 기공이 크고 고르지 못하여 조직이 약하고 거칠게 된다(Pyler 1988). 본 연구에서 영양바 반죽의 밀도는 1.13~1.25g/mL의 범위로 대조군과 첨가군간의 유의적인 차이는 나타나지 않았지만 대조군(1.25 g/mL)에서 가장 높게 나타났으며, 인삼씨박 분말 10% 첨가군에서 가장 낮은 값(1.13 g/mL)을 보였다. 매생이 분말을 첨가한 쿠키와 버찌 분말을 첨가한 쿠키의 연구에서도 대조군과 첨가군 간의 유의적인 차이가 나타나지 않아 본 연구 결과와 일치하였다.

Table 15. pH and specific gravity of nutrition bar substituted with different levels of defatted ginseng seed meal

| Substitute level (%) | pH | Specific gravity (g/mL) |
|----------------------|-------------------|-------------------------|
| 0 | 7.24 ± 0.01^a | 1.25 ± 0.00 |
| 5 | 7.18 ± 0.01^c | 1.17 ± 0.07 |
| 10 | 7.20 ± 0.00^b | 1.13 ± 0.03 |
| 20 | 7.11 ± 0.01^d | 1.20 ± 0.05 |

All results are expressed as mean for three replicates

¹⁾ Different superscripts within columns are significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test

2. 2. 영양바의 비용적, 굽기손실률 및 팽창률

인삼씨박 분말 첨가 영양바의 비용적, 굽기손실률 및 팽창률을 측정한 결과는 Table 16과 같다.

영양바의 비용적은 1.30~1.79mL/g의 범위로 대조군이 유의적으로 가장 높았으며, 인삼씨박 분말 첨가수준이 증가함에 따라 감소하는 경향을 나타내었다. 영양바의 손실률은 대조군이 11.59%이고, 5, 10, 20% 첨가군은 각각 11.27, 11.00, 10.67%로 인삼씨박 분말 첨가량이 증가함에 따라 유의적으로 손실률이 낮아지는 것으로 나타났다($p<0.05$). 인삼씨박 분말 첨가 영양바의 팽창률은 대조군 대비 5% 첨가군 97.11%, 10% 첨가군 94.74%, 20% 첨가군이 91.99%로 인삼씨박 분말 첨가량이 증가할수록 유의적으로 팽창률이 감소하였다($p<0.05$).

Lee 등(2009)은 밀가루의 일부를 다른 곡물가루나 식이섬유원으로 대체할 경우에 부피의 감소를 나타낼 수 있다고 보고하였으며, Jung(2008)은 부재료 첨가량이 증가함에 따라 밀가루의 양이 줄어 글루텐도 감소되고, 이로 인해 가스 보유력이 낮아짐으로써 비용적이 감소하였다고 밝혔다.

Table 16. Specific volume, baking loss rate and leavening rate of nutrition bar substituted with different levels of defatted ginseng seed meal

| Substitute level (%) | Specific volume (mL/g) | Baking loss rate (%) | Leavening rate (%) |
|----------------------|------------------------|----------------------|--------------------|
| 0 | $1.79 \pm 0.02^{a,1)}$ | 11.59 ± 0.46^a | 100 |
| 5 | 1.52 ± 0.04^b | 11.27 ± 0.20^b | 97.11 ± 1.86^a |
| 10 | 1.39 ± 0.03^c | 11.00 ± 0.15^b | 94.74 ± 1.34^b |
| 20 | 1.30 ± 0.04^d | 10.67 ± 0.11^c | 91.99 ± 0.94^c |

All results are expressed as mean for eight replicates

¹⁾ Different superscripts within columns are significantly different at $p < 0.05$ by Duncan' s multiple range test

2. 3. 색도 측정

인삼씨박 분말을 첨가한 영양바의 껍질(crust)과 내부(crumb)의 색도를 측정한 결과는 Table 17과 같으며, 분석 결과 L(명도), a(적색도), b(황색도)에서 모두 대조군과 첨가군간의 유의적인 차이가 나타났다($p<0.05$).

제과제품의 껍질색은 향미, 맛과 함께 소비자의 수용도에 영향을 미치는 가장 중요한 품질 요인 중 하나이다(Purlis 2010). 영양바 껍질색의 L값은 대조군 껍질이 52.88로 가장 높았으며, 인삼씨박 분말의 첨가량이 많아질수록 L값이 점차 감소하는 경향을 나타내었다 ($L=48.83\sim44.92$). 껍질의 적색도는 대조군($a=3.75$)에 비해 분말 첨가량이 증가함에 따라 적색도가 증가하였으며 20% 첨가군에서 5.98로 가장 높게 나타났다. 황색도는 전반적으로 대조군($b=16.43$)에 비해 첨가군($b=15.22\sim16.18$)이 낮게 나타났으나 농도의존적으로 감소하는 경향은 보이지 않았다.

영양바 내부의 L값과 b값은 인삼씨박 분말 첨가량이 증가할수록 유의적으로 낮아졌으며, a값은 분말 첨가량 증가에 따라 유의적으로 증가하였다($p<0.05$). 이와 같은 결과는 영양바 껍질의 색도와 동일한 경향을 보여주었으며, 압착추출 인삼씨박이 어두운 적갈색을 띠므로 영양바 껍질과 내부의 L값은 대조군보다 낮아지고 a값은 높게 나타난 것으로 사료된다.

아마씨 분말을 첨가한 쿠키의 연구(Kim와 Chung 2011), 버찌 분말을 첨가한 머핀 연구(Kim 등 2009a)와 흑마늘 분말을 첨가한 스펀지케이크 연구(Lee 등 2009)에서 부재료의 첨가량이 증가함에 따라 명도와

황색도는 감소하였고, 적색도는 증가하였다고 본 실험의 결과와 다소 비슷한 경향을 나타내었다.

대조군에 대한 인삼씨박 분말 첨가군의 껍질과 내부의 색차(ΔE)는 인삼씨박 분말 첨가량이 증가함에 따라 유의적으로 증가하였다($p < 0.05$).

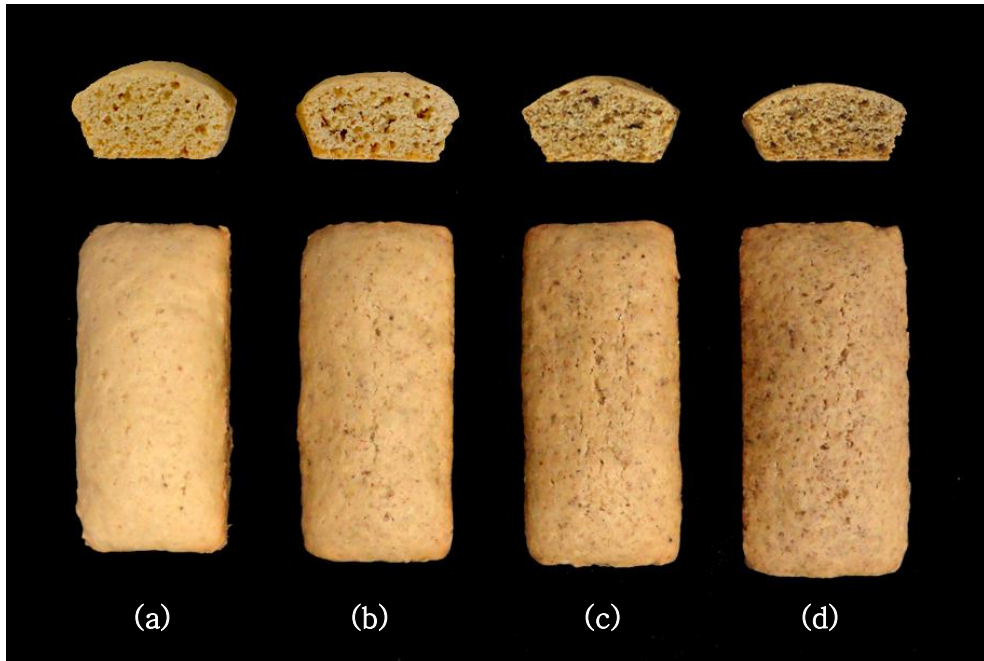


Fig 10. Appearance of nutrition bar substituted with different levels of defatted ginseng seed meal

(a): Control, (b): 5% substituted by defatted ginseng seed meal, (c): 10% substituted by defatted ginseng seed meal, (d): 20% substituted by defatted ginseng seed meal.

Table 17. Hunter color values of nutrition bar substituted with different levels of defatted ginseng seed meal

| Substitute level (%) | Crust | | | |
|----------------------|----------------------------------|------------------------------|-------------------------------|------------------------------|
| | L ¹⁾ | a | b | ΔE ²⁾ |
| 0 | 52.58 \pm 0.65 ^{a,3)} | 3.75 \pm 0.16 ^d | 16.43 \pm 0.21 ^a | — |
| 5 | 48.83 \pm 0.35 ^b | 4.41 \pm 0.24 ^c | 16.18 \pm 0.06 ^b | 3.81 \pm 0.37 ^c |
| 10 | 47.17 \pm 0.55 ^c | 5.32 \pm 0.22 ^b | 15.22 \pm 0.16 ^d | 5.76 \pm 0.54 ^b |
| 20 | 44.92 \pm 0.47 ^d | 5.98 \pm 0.12 ^a | 15.65 \pm 0.19 ^c | 8.02 \pm 0.45 ^a |
| Substitute level (%) | Crumb | | | |
| | L | a | b | ΔE |
| 0 | 58.34 \pm 0.22 ^a | 5.81 \pm 0.05 ^d | 19.76 \pm 0.08 ^a | — |
| 5 | 55.30 \pm 0.21 ^b | 6.52 \pm 0.05 ^c | 19.28 \pm 0.08 ^b | 3.16 \pm 0.19 ^c |
| 10 | 52.80 \pm 0.11 ^c | 7.14 \pm 0.07 ^b | 19.03 \pm 0.07 ^c | 5.74 \pm 0.19 ^b |
| 20 | 49.80 \pm 0.27 ^d | 7.75 \pm 0.09 ^a | 18.42 \pm 0.08 ^d | 8.86 \pm 0.24 ^a |

All results are expressed as mean for nine replicates

¹⁾ Hunter L=lightness, a=redness, b=yellowness

²⁾ ΔE : total color difference

³⁾ Different superscripts within columns are significantly different at $p < 0.05$ by Duncan' s multiple range test

2. 4. 텍스처 측정

인삼씨박을 첨가한 영양바의 조직감을 texture analyzer를 이용하여 측정한 결과는 Table 18과 같다.

영양바 껌질의 경도(hardness)를 관통시험(penetration test)를 이용하여 측정한 결과, 대조군에 비하여 인삼씨박 분말 첨가수준이 증가함에 따라 경도가 증가하는 경향을 나타내었다. TPA(texture profile analysis)를 이용하여 측정한 영양바 내부의 경도는 5% 첨가군은 대조군에 비하여 경도가 감소하였지만 인삼씨박 분말 첨가량이 증가함에 따라 유의적으로 경도가 증가하였다($p < 0.05$). 탄성(springiness)과 응집성(cohesiveness)은 인삼씨박 분말 첨가량이 증가할수록 감소하였으며, 씹힘성(chewiness)는 대조군에 비하여 감소하였다가 인삼씨박 분말 첨가량이 증가하면서 첨가군의 씹힘성도 증가하였다.

Lee 등(2009)의 연구에서 흑마늘 분말을 첨가량에 따른 스펀지케이크의 조직감을 측정한 결과, 흑마늘 분말 첨가수준이 증가함에 따라 경도와 씹힘성은 증가하였고, 탄성과 응집성은 감소하여 본 연구와 같은 경향을 나타내었다. 밀기울을 첨가하여 현미, 흑미 퍼핑형 스낵바를 제조한 연구(농림수산식품부 2008)에서 스낵바의 조직감을 측정한 결과 밀기울의 첨가수준이 증가할수록 경도와 씹힘성이 증가하여 본 연구 결과와 일치하였으나, 탄성과 응집성은 첨가수준 증가에 따라 증가하는 경향을 나타내어 본 연구와 상반된 경향을 나타내었다.

Table 18. Penetration test and texture profile analysis of nutrition bar substituted with different levels of defatted ginseng seed meal

| Substitute level (%) | Crust ¹⁾ | Crumb ²⁾ | | | |
|----------------------|----------------------------|------------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------------------|
| | Hardness(g) | Hardness(g) | Springiness | Cohesiveness | Chewiness |
| 0 | 81.63±3.18 ^{d,3)} | 7431.68±582.69 ^c | 0.63±0.02 ^b | 0.45±0.03 ^a | 2910.86±636.98 ^b |
| 5 | 97.26±3.74 ^c | 6503.94±637.69 ^d | 0.66±0.02 ^a | 0.43±0.02 ^{ab} | 1718.05±201.67 ^c |
| 10 | 104.48±2.92 ^b | 8530.36±276.63 ^b | 0.65±0.01 ^{ab} | 0.43±0.01 ^a | 1863.17±413.50 ^c |
| 20 | 109.13±1.01 ^a | 17566.68±822.89 ^a | 0.56±0.02 ^c | 0.41±0.02 ^b | 3800.96±512.58 ^a |

All results are expressed as mean for seven replicates

¹⁾Crust penetration

²⁾ Crumb texture profile analysis

³⁾ Different superscripts within columns are significantly different at p<0.05 by Duncan' s multiple range test

2. 5. 영양바의 항산화 활성 측정

인삼씨박 분말 첨가 영양바의 항산화활성을 DPPH 자유 라디칼 소거능을 이용하여 측정한 결과는 Fig 11과 같다. 인삼씨박 분말 첨가군의 DPPH 자유 라디칼 소거능은 15.46~27.02%의 범위로 대조군(9.95%)에 비해 높게 측정되었으며, 인삼씨박 분말 첨가량이 증가함에 따라 유의적으로 증가하였다($p < 0.05$).

Choi(2009)는 솔잎 분말 첨가 쿠키의 DPPH 자유 라디칼 소거능을 측정한 실험에서 솔잎 분말 첨가량이 증가할수록 쿠키의 항산화능이 유의적으로 증가하였다고 밝혔으며, 콩가루를 넣은 토르티야의 DPPH 자유 라디칼 소거 활성 실험(Anton 등 2008)에서도 대조군에 비하여 콩가루 첨가군의 항산화 활성이 증가하였다고 보고하였다.

본 연구에서 앞서 실행된 인삼씨박의 DPPH 자유 라디칼 소거능 실험 결과, 압착추출 인삼씨박의 EC_{50} 값은 5.58 mg/mL로 나타났다. 따라서 인삼씨박 분말의 항산화 활성은 인삼씨박 분말을 첨가한 영양바의 항산화 활성에 영향을 미치며, 이로써 인삼씨박 분말을 첨가한 영양바 섭취 시 더 좋은 항산화 효과를 기대할 수 있다.

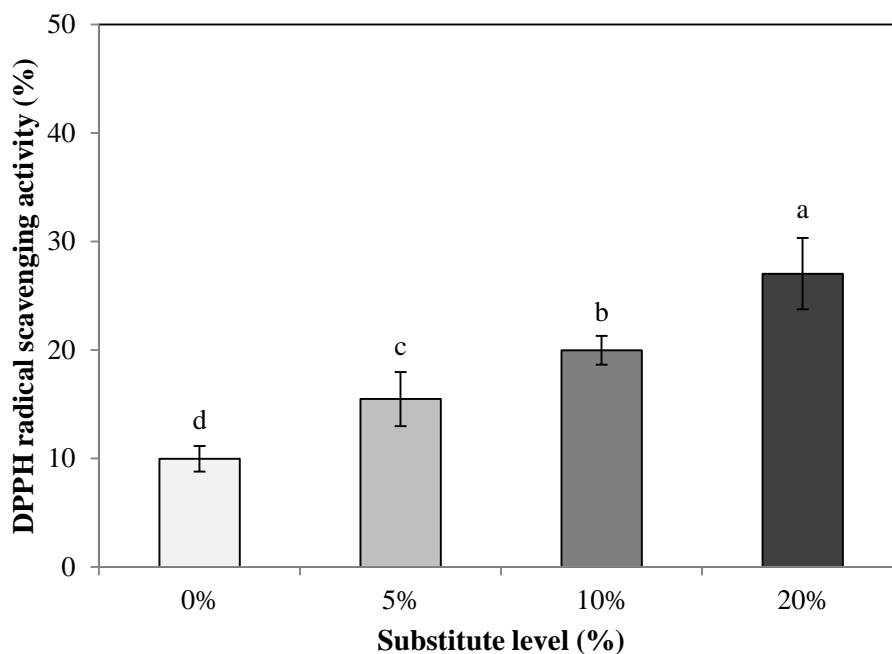


Fig 11. DPPH radical scavenging activity (%) of nutrition bar substituted with different levels of defatted ginseng seed meal

All results are expressed as mean \pm SD.

Different superscripts within row are significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test

2. 6. 관능평가

인삼씨박 분말을 첨가하여 제조한 영양바의 색, 향, 맛, 조직감에 대한 특성강도평가를 실시한 결과는 Fig 12와 같으며, 평가 결과 모든 항목에서 통계적으로 유의적인 차이를 보였다($p < 0.05$). 영양바의 색은 대조군이 2.95로 가장 낮게 평가되었고 5%, 10%, 20% 인삼씨박 분말 첨가군이 각각 6.15, 9.34, 11.84의 강도로 평가되어 인삼씨박 분말 첨가량이 증가할수록 색을 강하게 인식하는 것으로 나타났다. 이는 인삼씨박 분말 첨가량이 증가할수록 황색도는 낮아지고, 명도, 황색도, 총색차는 증가하는 결과를 나타낸 색도 측정결과로 보아, 첨가량이 증가할수록 영양바의 색이 더 어둡고 진한 적갈색을 보여 이와 같은 강도 평가 결과가 나타난 것으로 사료된다. 인삼씨박의 향, 맛, 쓴맛, 후미는 인삼씨박 분말 첨가량이 증가할수록 높은 강도로 평가되었으며, 이는 인삼씨박이 독특한 향과 씹싸름한 맛을 가지고 있기 때문이라고 사료된다. 인삼씨박 첨가 영양바의 경도와 mouthfeel의 강도도 대조군에 비하여 첨가군이 유의적으로 높은 값을 나타내었는데, 경도의 강도 평가는 텍스처를 기계적으로 측정한 결과와 일치하였으며, mouthfeel은 인삼씨박 분말 첨가수준이 높아질수록 입안에서 거칠게 느껴지는 입자가 많아지기 때문인 것으로 생각된다.

영양바의 기호도를 평가한 결과는 Table 19, Fig 13과 같다. 기호도는 강도 평가에서 각 시료 별로 측정된 강도에 대한 기호도를 평가한 결과이다. 평가 결과 영양바의 색, 향, 조직감, 전체적인 기호도에서 대조군과 첨가군간의 통계적으로 유의적인 차이가 나타났다($p < 0.05$). 영양바의 색은 5%와 10% 인삼씨박 분말 첨가군이 가장 높게 평가되었으며,

향의 기호도는 10% 첨가군이 유의적으로 가장 높은 평가를 받았다. 맛과, 쓴맛, 후미에 대한 기호도는 통계적으로 유의적인 차이가 나타나지 않았지만 전반적으로 5%와 10% 첨가군이 높은 값을 받았고, 대조군과 20% 첨가군이 낮은 값을 받았다. 영양바의 조직감(경도, mouthfeel)에 대한 전반적인 기호도는 10% 첨가군이 유의적으로 높은 기호도를 보였으며, 20% 첨가군이 가장 낮게 평가되었다($p < 0.05$). 전체적인 기호도는 대조군이 3.86, 첨가군이 4.16~5.23의 범위로 10% 분말 첨가군이 5.23으로 유의적으로 가장 높게 평가되었으며, 인삼씨박 분말을 첨가한 영양바가 대조군보다 선호되는 것을 알 수 있었다.

이상의 결과를 종합하여 볼 때 인삼씨박 분말의 첨가는 분말을 첨가하지 않은 것보다 관능적인 평가에 긍정적인 영향을 줄 수 있으나, 인삼씨박의 향과 맛에 대한 강도를 강하게 느낄 경우 영양바에 대한 기호도가 떨어지는 것을 확인 할 수 있었다. 이로써 인삼씨박 분말 10% 첨가수준에서 영양바 제조 시, 영양바에 대한 기호도를 높여줄 수 있을 것으로 사료된다.

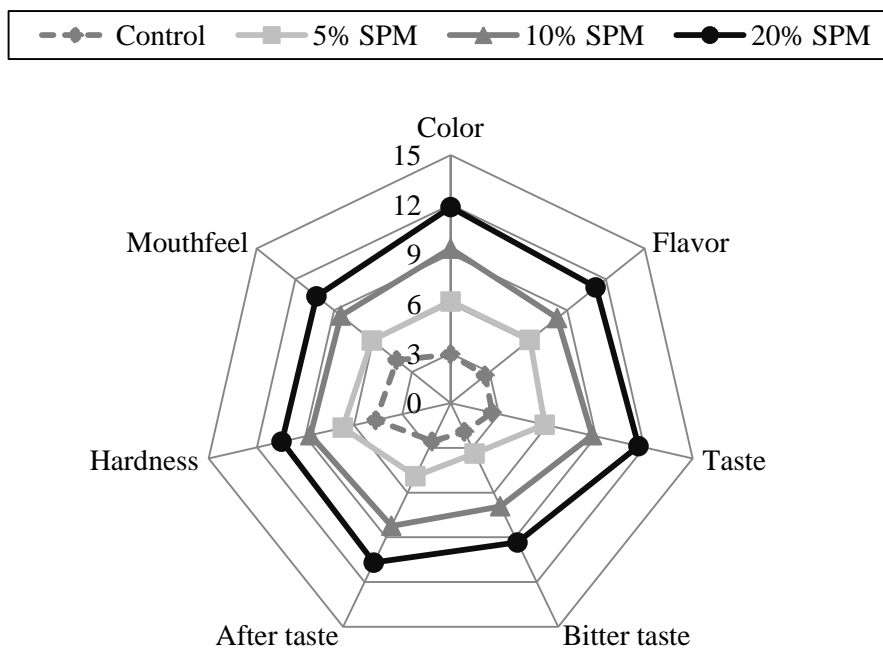


Fig 12. QDA profiles for the sensory evaluation scores of nutrition bar substituted with different levels of defatted ginseng seed meal

Table 19. Acceptability evaluation scores of nutrition bar substituted with different levels of defatted ginseng seed meal

| Substitute level (%) | Color | Flavor | Taste | Bitter taste | After taste | Texture | Overall Acceptability |
|----------------------|---------------------------|-------------------------|-----------|--------------|-------------|-------------------------|-------------------------|
| 0 | 3.39±1.17 ^{b,1)} | 3.86±1.27 ^b | 4.02±1.48 | 4.48±1.28 | 4.32±1.39 | 4.34±1.36 ^{ab} | 3.86±1.49 ^b |
| 5 | 5.11±1.06 ^a | 4.55±1.07 ^{ab} | 4.86±1.14 | 4.86±1.08 | 4.50±0.96 | 4.80±1.03 ^a | 4.77±1.11 ^{ab} |
| 10 | 5.11±1.00 ^a | 4.70±0.87 ^a | 4.57±1.52 | 4.70±1.25 | 4.75±1.27 | 4.91±1.10 ^a | 5.23±1.41 ^a |
| 20 | 3.45±1.06 ^b | 3.93±1.37 ^b | 4.20±1.67 | 4.14±1.58 | 4.16±1.67 | 3.98±1.18 ^b | 4.16±1.78 ^b |

All results are expressed as mean ± SD

¹⁾ Different superscripts within columns are significantly different at p<0.05 by Duncan' s multiple range test

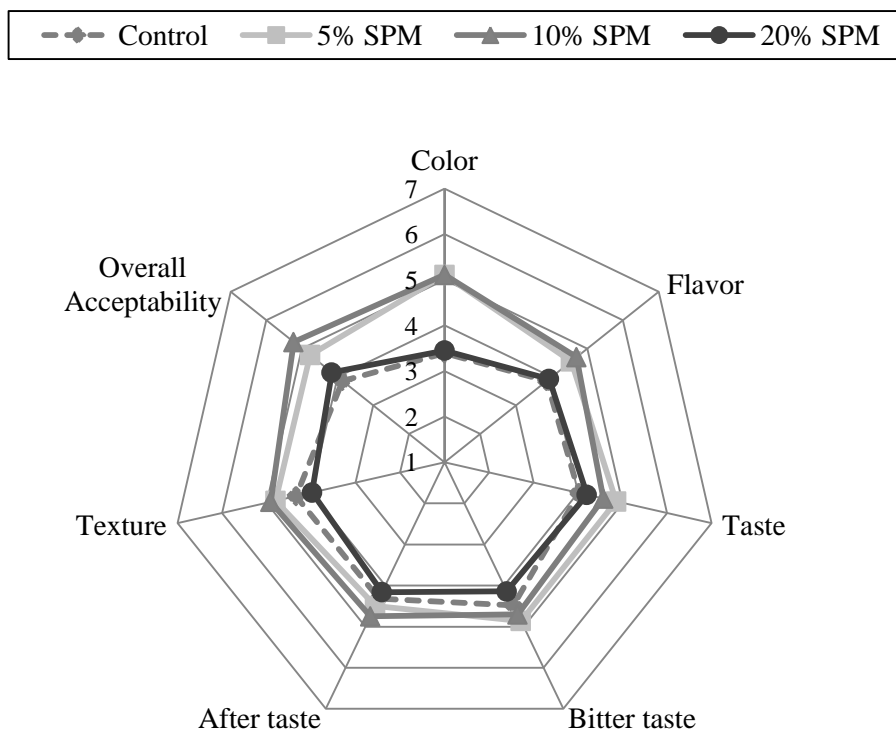


Fig 13. Acceptability evaluation scores of nutrition bar substituted with different levels of defatted ginseng seed meal

IV. 요약 및 결론

본 연구는 새로운 식품소재 발굴에 관한 다양한 시도의 하나로 압착, 용매, 초임계추출 방법으로 인삼씨 오일을 착유한 후 얻은 세 종류의 탈지 인삼씨박을 이용하여 이화학적 특성을 분석하고 기능성 성분 및 항산화 활성을 측정하여 생리활성을 알아보고자 하였으며, 탈지 인삼씨박 단백질의 기능적 특성을 측정하여 식품에의 이용을 위한 기초자료로 제시하고자 하였다. 또한 인삼씨박을 이용한 기능성 영양바를 개발함으로써 인삼씨박의 식품소재로서의 이용가능성을 높이고자 하였다.

1. 인삼씨박의 이화학적 특성을 살펴본 결과 추출방법에 따른 시료간의 유의적이 차이가 나타났다. 인삼씨 알맹이 만을 사용한 압착추출박의 단백질 함량이 39.12%로 가장 높게 나타났으며, 지질함량이 24.35%도 가장 높게 나타나 압착추출의 수율이 가장 낮음을 알 수 있었다. 섬유소 함량은 껍질과 알맹이를 모두 사용한 용매추출박과 초임계추출박에서 높게 나타났으며, 세 인삼씨박에서 K, Mg, Ca 등의 무기질이 많이 함유되어 있음을 확인하였다. 구성아미노산 분석 결과, 총 아미노산 중 필수아미노산은 약 25%의 비율을 차지하였다. pH는 압착추출박이 가장 높은 pH를 가진 것으로 나타났으며, 색도는 압착추출박이 낮은 L값과 높은 a값을 가져 어두운 적갈색을 띠었다.

2. 인삼씨박의 기능적 특성을 알아본 결과, 단백질 용해도와 거품 형성능은 압착추출박이 단백질의 열변성으로 인해 다른 두 인삼씨박에 비해 낮은 용해도를 보였다. 수분 및 유지흡착력은 압착추출박에서 모두 낮게

나타났는데 이는 탈지박의 지방함량이 높을 수록 탈지박이 흡착할 수 있는 수분과 유지 함량이 적어지기 때문으로 생각된다. 유화력은 용매추출박과 초임계추출박이 압착추출박보다 높게 나타났으며, 유화 안정성은 세 인삼씨박 모두 pH 6 이상에서 높은 유화안정성을 나타냈다.

3. 인삼씨박의 기능성 성분 분석 결과, 탄닌 함량은 압착추출박이 가장 높게 나타난 반면 phytic acid는 용매추출박이 가장 높게 측정되었다. 총 페놀 함량은 187.7 ~ 366.0 FAE mg/100g으로 압착추출박이 가장 높게 나타났으며, 총 플라보노이드 함량은 88.11~118.74 QE mg/100g으로 초임계추출박이 가장 높게 나타났다.

4. 인삼씨박의 항산화 활성을 알아보기 위해 DPPH 자유기 소거능, ABTS 자유기 소거능 및 환원력을 측정한 결과, 압착추출박의 항산화 활성이 유의적으로 높았으며 세 시료 모두 농도 의존적으로 항산화 활성이 증가하였다. 또한 항산화 활성은 총 페놀 함량과 높은 상관관계를 보여주었다.

5. 압착추출 후 얻은 인삼씨박 분말의 첨가량(밀가루 중량의 5%, 10%, 20%)을 달리하여 영양바를 제조하여 품질 특성을 알아본 결과, 인삼씨박 분말의 첨가량이 높아질수록 인삼씨박 분말 무첨가군 대비 비용적, 손실률과 팽창률 모두 감소하였다. 영양바 반죽의 밀도는 뚜렷한 경향이 나타나지 않았으나, 반죽의 pH는 인삼씨박 첨가 수준이 증가함에 따라 감소하였다. 영양바의 crust와 crumble의 명도(L)와 황색도(b)는 인삼씨박을 첨가할수록 유의적으로 감소하는 반면 적색도(a)는 증가하는 경

향을 보였다. 대조군 대비 색차(ΔE)는 첨가량이 높아질수록 모두 증가하였다. 영양바의 DPPH 자유기 소거능을 측정한 결과, 대조군에 비해 첨가량이 증가할수록 항산화 활성이 증가하는 경향을 나타냈다.

6. 영양바의 조직감 특성은 모든 항목에서 유의적인 차이가 나타났으며, 특히 경도(hardness)는 인삼씨박 분말 첨가량이 증가함에 따라 높아지는 경향을 나타냈는데 이는 관능평가 결과와도 비슷한 추이를 나타냈다. 인삼씨박 분말 첨가 영양바의 외관, 향, 맛, 조직감에 대한 특성 강도를 평가한 결과, 모든 항목에서 첨가량이 증가할수록 대조군에 비해 강도가 높게 평가되었고, 10% 첨가 영양바에서 전반적인 기호도가 가장 높은 것으로 나타났다. 이상의 결과로 보았을 때, 영양바에 인삼씨박 분말을 첨가는 관능평가에 긍정적인 영향을 미치며, 인삼씨박의 10% 첨가가 영양바의 기호도를 높여줄 수 있을 것으로 사료된다.

이상의 결과들을 종합하여 볼 때, 착유방법이 다른 세가지 탈지 인삼씨박 중에서 압착 추출박의 단백질 함량, 총 페놀 함량, 항산화 활성이 가장 우수한 것으로 나타나 식품 소재로써의 이용가치가 있음을 확인하였다. 이러한 연구결과는 착유 후 폐박으로 버려지는 인삼씨박의 식품학적 이용가치를 향상시키고, 기능성 소재로써의 활용가능성을 증진시킬 수 있는 기초자료가 될 것으로 기대된다.

참고 문헌

- AACC. 1995. Approved Methods of the AACC. 8th ed. American Association of Cereal Chemists, Method 02-52, 72-10, St. Paul, MN, USA.
- Akiyama H, Fujii K, Yamasaki O, Oono T, Iwatsuki K. 2001. Antibacterial action of several tannins against *Staphylococcus aureus*. J. Antimicrob. Chemother. 48:487-491.
- Amarowicz R, Naczek M, Zadernowski R, Shahidi F. 2000. Antioxidant activity of condensed tannins of beach pea, canola hulls, evening primrose, and faba bean. Journal of Food Lipids 7(3):195-205.
- Anton AA, Ross KA, Lukow OM, Fulcher RG, Arntfield SD. 2008. Influence of added bean flour (*Phaseolus vulgaris* L.) on some physical and nutritional properties of wheat flour tortillas. Food Chemistry 109(1):33-41.
- AOAC. 1990. AOAC, Official methods of analysis (15th ed). Association of official analytical chemists. Washington DC.
- Ash DJ, Colmey JC. 1973. The Role of pH in Cake Baking. Baker's Digest. 47:36-42.
- Bae HM, Kim SS, Cho CW, Yang DC, Ko SK, Kim KT. 2012. Antioxidant activities of ginseng seeds treated by autoclaving. J. Ginseng Res. 36(4):411-417.
- Beveridge THJ, Li TSC, Drover JCG. 2002. Phytosterol content in American ginseng seed oil. J. Agric. Food Chem. 50:744-750.
- Brand-Williams W, Cuvelier M, Berset C. 1995. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. LWT-Food Science and Technology 28(1):25-30.
- Choi HY. 2009. Antioxidant activity and quality characteristics of pine needle cookies. J Korean Soc. Food Sci Nutr. 38(10):1414-1421.
- Choi HY, Oh SY, Lee YS. 2009. Antioxidant activity and quality characteristics of perilla leaves (*Perilla frutescens* var. *japonica* HARA) cookies. Korean J. Food Cookery Sci. 25(5):521-530.
- Choi IS, Moon YS, Kwak EJ. 2012. Composition of resveratrol and other

- bioactive compounds, and antioxidant activities in different mulberry cultivars. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 30(3):301–307.
- Dabrowski KJ, Sosulski FW. 1984. Composition of free and hydrolyzable phenolic acids in defatted flours of ten oilseeds. *J. Agric. Food Chem.* 32:128–130.
- Dudonné S, Vitrac X, Coutière P, Woillez M, Mérillon JM. 2009. Comparative study of antioxidant properties and total phenolic content of 30 plant extracts of industrial interest using DPPH, ABTS, FRAP, SOD, and ORAC assays. *J. Agric. Food Chem.* 57(5):1768–1774.
- Dunford NT, Temelli F. 1997. Extraction conditions and moisture content of canola flakes as related to lipid composition of supercritical CO₂ extracts. *J Food Sci* 62:155–159.
- Egbekun MK, Ehieze MU. 1997. Proximate composition and functional properties of fullfat and defatted beniseed (*Sesamum indicum* L.) flour. *Plant Foods for Human Nutrition* 51:35–41.
- Eom SM, Kim YP, Chung EJ, Kim WJ, Oh HI. 2006. Functional properties of soybean curd whey concentrate by nanofiltration and effects on rheological properties of wheat flour dough. *Korean J. Food & Nutr.* 19(3):243–253.
- Favati F, King JW, List GR. 1996. Effect of supercritical fluid extraction on residual meals and protein functionality. In J. W. King & G. R. List (Eds.), *Supercritical fluid technology in oil and lipid chemistry*, AOCS Press:267–287.
- Franzen KL, Kinsella JE. 1976. Functional properties of succinylated and acetylated soy protein. *J. Agric. Food Chem.* 24(4):788–795.
- Haug W, Lantzsch H-J. 1983. Sensitive method for the rapid determination of phytate in cereals and cereal products. *J. Sci. Food Agric.* 34:1423–1426.
- Hedayati SS, Minhajuddin A, Moe OW, Huang C. 2008. Dietary potassium deficiency is independently associated with increased blood pressure in a multi-ethnic population-based cohort american society of nephrology
- Hu JN, Lee JH, Shin JA, Choi JE, Lee KT. 2008. Determination of Ginsenosides Content in Korean Ginseng Seeds and Roots by High

- Performance Liquid Chromatography. Food Sci. Biotechnol. 17(2):430–433.
- Joint WHO/FAO/UNU Expert Consultation. 2007. Protein and amino acid requirements in human nutrition. World Health Organ Tech Rep Ser 935:1–265.
- Jung HC. 2008. Quality characteristics of sponge cake added black soybean powder. Sejong University. Master's thesis.
- Kang HJ, Choi HJ, Lim JK. 2009. Quality characteristics of cookies with ginseng powder. J Korean Soc. Food Sci Nutr. 38(11):1595–1599.
- Kellor RL. 1974. Defatted Soy Flour and Grits. J. Am. Oil Chemists' Soc 51:77A–80A.
- Kim EY, Baik IH, Kim JH, Kim SR, Rhyu MR. 2004. Screening of the Antioxidant Activity of Some Medicinal Plants. Korean J. Food Sci. Technol. 36(2):333–338.
- Kim JH, Kim JK, Kang WW, Kim GY, Choi MS, Moon KD. 2003. Preparation of functional healthy drinks by ethanol extracts from defatted safflower seed cake. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 32(7):1039–1045.
- Kim KH, Lee SY, Yook HS. 2009a. Quality characteristics of muffins prepared with flowering cherry (*Prunus serrulata* L. var. *spontanea* Max. wils.) fruit powder. J Korean Soc. Food Sci Nutr. 38(6):750–756.
- Kim KH, Yun MH, Jo JE, Yook HS. 2009b. Quality characteristics of cookies containing various levels of flowering cherry (*Prunus serrulata* L. var. *spontanea* Max. wils.) fruit. J Korean Soc. Food Sci Nutr. 38(7):920–925.
- Kim SM, Jung YJ, Pan CH, Um BH. 2010. Antioxidant activity of methanol extracts from the genus *lespedeza*. J Korean Soc Food Sci Nutr 39(5):769–775.
- Kim SY, Chung HJ. 2011. Quality characteristics of cookies made with flaxseed powder. Food Engineering Progress 15(3):235–242.
- Kim TS, Choi MK, Kim JS, Han JW, Kang MH. 2009c. Screening of lignan compounds and antioxidant activity of chungkukjang fermented with defatted sesame flour. J Korean Soc. Food Sci Nutr. 38(11):1580–

- Kim YM, Kim YW. 1998. Changes of enzyme activity, trypsin inhibitor, tannin and phytic acid during heat treatment of soybean. *Korean J. Food Sci. Technol.* 30(5):1012–1017.
- Kinsella JE. 1976. Functional properties of food proteins: a review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 7:219–280.
- Kozłowska H, Zadernowski R, Sosulski F. 2006. Phenolic acids in oilseed flours. *Food/Nahrung* 27(5):449–453.
- Kwak IS. 2008. Comparison of different assays for evaluating antioxidant activity of polyphenols and tea extracts. Chonbuk National University Doctor 's thesis
- Lawhon JT, Rooney LW, Cater CM, Mattil KF. 1972. Evaluation of a protein concentrate produced from glandless cottonseed flour by a wet-extraction process. *Journal of Food Science* 37:778–782.
- Lee GW, Choi MJ, Jung BM. 2010. Quality characteristics and antioxidative effect of cookies made with capsosiphon fulvescens powder. *Korean J. Food Cookery Sci.* 26(4):381–389.
- Lee HS, Eom KY, Choi HS, Kim DH, Yoo SH, KIM WJ. 2006. Functional properties of germinated whole soy flour. *Korean J. Food Sci. Technol.* 38(4):483–487.
- Lee JS, Seong YB, Jeong BY, Yoon SJ, Lee IS, Jeong YH. 2009. Quality characteristics of sponge cake with black garlic powder added. *J Korean Soc. Food Sci Nutr.* 38(9):1222–1228.
- Liener IE. 1994. Implications of antinutritional components in soybean foods. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 34(1):31–67.
- Lin MJY, Humbert ES. 1974. Certain functional properties of sunflower meal products. *Journal of Food Science* 39:368–370.
- Liu Q, Yao H. 2007. Antioxidant activities of barley seeds extracts. *Food Chemistry* 102(3):732–737.
- Maeda Yamamoto M, Ema K, Monobe M, Tokuda Y, Tachibana H. 2012. Epicatechin-3-O-(3"-O-methyl)-gallate content in various tea cultivars (*Camellia sinensis* L.) and its in vitro inhibitory effect on histamine release. *J. Agric. Food. Chem.* 60(9):2165–2170.

- Mahajan A, Bhardwaj S, Dua S. 1999. Traditional processing treatments as a promising approach to enhance the functional properties of rapeseed (*Brassica campestris* Var. toria) and sesame seed (*Sesamum indicum*) meals. *J. Agric. Food Chem.* 47(8):3093–3098.
- Matsumoto T, Akihisa T, Soma S, Takido M, Takahashi S. 1986. Composition of unsaponifiable lipid from seed oils of *Panax ginseng* and *P. quiquefolium*. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 63:544–546.
- Matthaus B. 1997. Antinutritive compounds in different oilseeds. *Fett/Lipid* 99(5):170–174.
- Matthaus B. 2002. Antioxidant activity of extracts obtained from residues of different oilseeds. *J. Agric. Food Chem.* 50:3444–3452.
- Moure A, Sineiro J, Domínguez H, Parajó JC. 2006. Functionality of oilseed protein products: A review. *Food Research International* 39(9):945–963.
- Mridula D, Singh KK, Barnwal P. 2011. Development of omega-3 rich energy bar with flaxseed. *J Food Sci Technol.*
- Na J, Lee S, Jeong C, Park S, Ahn K. 2001. Morphological adaptive responses of intercalated cell of renal collecting duct to chronic changes of potassium diet. *Korean Journal of Nephrology* 20(5):802–814.
- Nakai S. 1983. Structure–function relationships of food proteins: with an emphasis on the importance of protein hydrophobicity. *J. Agrlc. Food Chem.* 31(4):676–683.
- Park HS, Ahn B, Yang CB. 1990. Studies on the functional properties of sesame and perilla protein isolate. *Korean J. Food Sci. Technol* 22(3):350–356.
- Park JD. 1996. Recent studies on the chemical constituents of korean ginseng(*Panax Ginseng* C.A. Meyer). *Korean J. Ginseng Sci.* 20(4):389–415.
- Park SJ, Cho YJ, Pyee JH, Hong HD. 2006. Meta–analysis of studies and patents on korean ginseng in recent 5 years in Korea and prospective needs. *J. Ginseng Res.* 30(4):212–219.
- Pearce KN, Kinsella JE. 1978. Emulsifying properties of proteins evaluation of a turbidimetric technique. *J. Agric. Food Chem.*

26(3):716–723.

- Price ML, Scoyoc SV, Butler LG. 1978. A critical evaluation of the vanillin reaction as an assay for tannin in sorghum grain. *J. Agric. Food Chem.* 26(5):1214–1218.
- Purlis E. 2010. Browning development in bakery products A review. *J FOOD ENG.* 99:239–249.
- Pyler EJ. 1988. *Cake Baking Technology. Baking Science Technology.* Sosland Publishing Co, Merrian Kansas, USA. Vol II, pp:902.
- Seo JH, Jeong YJ, Kim KS. 2000. Physiological characteristics of tannins isolated from astringent persimmon fruits. *Korean J. Food Sci. Technol* 32(1):212–217.
- Shahidi F. 2000. Antioxidant factors in plant foods and selected oilseeds. *BioFactors* 13(1–4):179–185.
- Smith DM. 2010. Protein separation and characterization procedures. S.S. Nielson (Ed.), *Food analysis*, Springer, New York:261–281.
- Sugimoto S, Nakamura S, Matsuda H, Kitagawa N, Yoshikawa M. 2009. Chemical constituents from seeds of *Panax ginseng*_structure of new dammarane-Type triterpene ketone, panaxadione, and HPLC comparisons of seeds and flesh. *Chem. Pharm. Bull.* 57(3):283–287.
- Sun M, Xu L, Saldaña MDA, Temelli F. 2008. Comparison of canola meals obtained with conventional methods and supercritical CO₂ with and without ethanol. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 85(7):667–675.
- Tkachuk R, Irvine GN. 1969. Amino acid compositions of cereals and oilseed meals. *Cereal Chem.* 46:206–218.
- Velioglu Y, Mazza G, Gao L, Oomah B. 1998. Antioxidant activity and total phenolics in selected fruits, vegetables, and grain products. *J. Agric. Food Chem.* 46(10):4113–4117.
- Viveros A, Centeno C, Brenes A, Canales R, Lozano A. 2000. Phytase and acid phosphatase activities in plant feedstuffs. *J. Agric. Food Chem.* 48(9):4009–4013.
- Xiao J, Zhang H. 2011. Comparative evaluation of *Jatropha curcas* L. seed meals obtained by different methods of defatting on toxic,

antinutritional and nutritive factors. J Food Sci Technol.

- Yao LH, Jiang YM, Shi J, Tomas-Barber FA, Datta N, Singanusong R, Chen SS. 2004. Flavonoids in food and their health benefit. Plant Foods for Human Nutrition 59:113-122.
- Yoo KM, Kimm DO, Lee CY. 2007. Evaluation of different methods of antioxidant measurement. Food Sci. Biotechnol. 16(2):177-182.
- Yoo KM, Lee KW, Park JB, Lee HJ, Hwang IK. 2004. Variation in major antioxidants and total antioxidant activity of Yuzu (*Citrus junos* Sieb ex Tanaka) during maturation and between cultivars. J. Agric. Food Chem. 52:5907-5913.
- Yoon MH, Kim KH, Kim NY, Byun MW, Yook HS. 2011. Quality characteristics of muffin prepared with freeze dried-perilla leaves (*Perilla frutescens* var. *japonica* HARA) powder. J Korean Soc Food Sci Nutr 40(4):581-585.
- Young VR, Pellett PL. 1994. Plant proteins in relation to human protein and amino acid nutrition. Am J Clin Nutr 59(suppl):1203S-1212S.
- Zhang L, Ravipati AS, Koyyalamudi SR, Jeong SC, Reddy N, Smith PT, Bartlett J, Shanmugam K, Munich G, Wu MJ. 2011. Antioxidant and anti-inflammatory activities of selected medicinal plants containing phenolic and flavonoid compounds. J. Agric. Food Chem. 59(23):12361-12367.
- Zhou JR, Erdman JW. 1995. Phytic acid in health and disease. Critical Reviews in Food Science and Nutrition 35(6):495-508.
- Zhu XM, Hu JN, Shin JA, Lee JH, Hong ST, Lee KT. 2010. Comparison of seed oil characteristics from Korean ginseng, Chinese ginseng (*Panax ginseng* C.A. Meyer) and American ginseng (*Panax quinquefolium* L.). J Food Sci Nutr 15(4):275-281.
- 농림수산식품부. 2008. 기능성 편의식품 개발을 위한 전곡미 쌀가루 가공 기술. pp 208.

Abstract

Physicochemical Properties and Antioxidant Activities of Defatted Ginseng Seed Meal and Development of Nutrition Bar

Seong–Ah, Cho

Department of Food and Nutrition

The Graduate School

Seoul National University

The objectives of this study were to investigate the physicochemical properties and antioxidant activities of defatted ginseng (*Panax ginseng*) seed meal (DGSM) obtained by different defatting methods (screw–press extraction:SPM, solvent extraction:SEM, supercritical CO₂ fluid extraction:SFM) and to develop the nutrition bar substituted with defatted ginseng seed meal.

The results of proximate composition showed that SPM had higher protein and lipid content than other meals. Potassium, magnesium and calcium were major minerals of DGSM. The major amino acids were glutamic acid, aspartic acid, arginine, and leucine. The total essential amino acid of DGSM ranged between 25.58~27.55g/100g protein.

The protein solubility and foaming capacity of SPM were lower

than other meals due to the heat denaturation. Both SEM and SFM had higher water and oil absorption capacity than SPM. The emulsifying capacity and stability of three meals were minimal at pH 4 and increased at more acidic or alkaline conditions.

The SPM had the highest condensed tannin(31.89mgCE/100g) content and lowest phytic acid content(65.81mg/100g) among meals. The total phenolic contents of defatted ginseng seed meals ranged from 187.7 to 366.0 mg of ferulic acid equivalent(FAE) mg/100g dry material. SPM contained the highest total phenolic content followed by SFM, SEM. The content of total flavonoid in SFM was the highest (118.7 quercetin equivalent (QE) mg/100g dry materials). Among the various defatted seed meals, SPM showed significantly ($P < 0.05$) high DPPH and ABTS scavenging activity and reducing power. The correlation coefficients between total phenolic contents and antioxidant activity were statistically significant.

This study was also conducted to investigate the quality characteristic of the nutrition bar with various concentrations (0, 5, 10, 20%) of defatted ginseng seed meal. Specific gravity and pH of bar batters were low in bars containing DGSM. Specific volume, loss rate and leavening rate of bars were decreased as DGSM increased. In color of bar crust and crumb, the L and b color values decreased according to the level of DGSM added, whereas the a color values and ΔE increased. The antioxidant activity measured by DPPH radical scavenging activity of bar increased as the concentration of the DGSM increased. The bars with 5, 10 and 20% DGSM had significantly higher hardness value than control bar ($p < 0.05$). The

result of sensory evaluation showed that intensity scores for color, flavor, taste, after taste and texture were highest for the nutrition bar substituted with 20% DGSM. The nutrition bar with 10% DGSM attained the highest overall acceptability score. These results indicated that optimal concentration of DGSM into the nutrition bar was 10%.

Key words : defatted ginseng seed meal, physicochemical properties, antioxidant activities, nutrition bar

Student Number : 2011–21646